

**REDUCCION DEL DESPERDICIO EN MATERIAL DE EMPAQUE PARA LOS
PRODUCTOS EMBALADOS POR REFORMAS EN EL NEGOCIO DE
CONVERSIÓN PLANTA 1**

JOSÉ SEBASTIÁN PAREDES CASTILLO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2014**

**REDUCCION DEL DESPERDICIO EN MATERIAL DE EMPAQUE PARA LOS
PRODUCTOS EMBALADOS POR REFORMAS EN EL NEGOCIO DE
CONVERSIÓN PLANTA 1**

JOSÉ SEBASTIÁN PAREDES CASTILLO

**Proyecto de Grado para optar al
Título de Ingeniería Industrial**

**Director
HERNÁN SOTO
MSC**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2014**

Nota de aceptación:

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la universidad autónoma de occidente para optar el título de ingeniero industrial

Ing. JORGE EDUARDO CALPA
Jurado

Santiago de Cali, 04 de abril de 2014

CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	11
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	18
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	18
4. MARCO DE REFERENCIA	19
4.1 MARCO TEORICO	19
5. ASPECTO METODOLÓGICO	21
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	21
5.2 FUENTES Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	21
5.2.1 Fuentes Primarias.	21
5.2.2 Fuentes Secundarias	21

5.3	FASES DE LA INVESTIGACIÓN.	22
6.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	23
6.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	23
6.1.1	Propósito del proceso.	23
6.1.2	Importancia del proceso.	23
6.1.3	Descripción de actividades.	24
6.1.3.1	Subfase de despaletizado y alimentación	27
6.1.3.2	Subfase de Envolvura.	27
6.1.3.3	Subfase de Apilado.	28
6.2	CONTROLES A LOS PROCESOS	28
6.2.1	Subfase de Despaletizado y Alimentación	28
6.2.4	Identificación de posibles causas.	32
7.	MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO	37
7.1	ESTRATEGÍAS DE LA EMPRESA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD	37
7.1.1.1	Satisfacción del cliente.	38
7.1.1.2	Auditoría Interna.	38
7.1.1.3	Seguimiento y Medición de los Productos.	38
7.1.1.4	Control de producto no Conforme.	39
7.1.1.5	Análisis de Datos.	39
7.1.2	Mejora Continua.	40
7.2	ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL	41
7.3	ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TIEMPO Y LA CALIDAD	42

8.	PROPUESTA DE MEJORA	47
8.1	MEDIDAS DE REFUERZO EN EL PROCESO DE EMBALAJE	47
8.2	MEJORAMIENTO DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	50
9.	IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN	57
9.1	CAPACITACIÓN	57
9.2	SENSIBILIZACIÓN	57
9.3	ALIMENTACIÓN DE LOS DATOS EN EL SISTEMA	57
9.4	EVALUACIÓN DE RESULTADOS	59
10.	CONCLUSIONES	62
11.	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFÍA	65
	ANEXOS	67

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Material empaque acumulado 2011	16
Cuadro 2. Cantidad de Kilos perdidos de material de empaque (Agosto – Diciembre de 2012)	33
Cuadro 3. Cantidad de Kilos perdidos de material de empaque, agrupando todos los desperdicios de refile (Agosto – Diciembre de 2012)	34
Cuadro 4. Índices de productividad de Tiempo y Calidad	45
Cuadro 5. Ventas de la empresa (unidades)	51
Cuadro 6. Resultados de los Pronósticos de la Demanda	53
Cuadro 7. Cronograma de Actividades de la prueba piloto.	59
Cuadro 8. Resultado del Nivel de desperdicio del modelo piloto	60

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfica 1. Causas del desperdicio de material de empaque en Kg.	33
Gráfica 2. Causas del desperdicio de material de empaque en Kg agrupando el desperdicio total generado por el refile.	35
Gráfica 3. Evolución de la demanda de la empresa 2010-2012 (Unidades vendidas de Enero a Diciembre).	51
Gráfica 4. Demanda vs. Pronóstico (PMP)	56

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Diagrama de entradas y salidas	24
Figura 2. Diagrama funcional de Bloques	27
Figura 3. Evolución de la demanda de la empresa 2010-2012 (Unidades vendidas de Enero a Diciembre).	51
Figura 4. Demanda vs. Pronóstico (PMP)	56
Figura 5. Diagrama de flujo para la implementación del modelo de pronostico	58

LISTA DE ECUACIÓN

	pág.
Ecuación 1. Indicador de Eficacia del Ciclo de Fabricación	43
Ecuación 2. Indicador de Cumplimiento.	43
Ecuación 3. Indicador de Tasa de Productos Defectuosos.	44
Ecuación 4. Indicador de Porcentaje de Productos Reprocesados	45

GLOSARIO

ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO (SCM, SUPPLY CHAIN MANAGEMENT): la administración y mando de todos los materiales, fondos e información relacionada en el proceso de la logística desde la adquisición de materias primas a la entrega de productos acabados al usuario final¹.

BENCHMARKING: el proceso de comparar el desempeño contra las prácticas de otras compañías, con el propósito de mejorar la actuación. Las compañías también pueden hacer una referencia interna. Rastreando y comparando la actuación actual con actuaciones del pasado².

CADENA DE SUMINISTRO: movimiento de materiales, fondos, e información relacionada a través del proceso de la logística, desde la adquisición de materias primas a la entrega de productos terminados al usuario final. La cadena del suministro incluye a todas los vendedores, proveedores de servicio, clientes e intermediarios³.

CADENA DE VALOR: una alianza voluntaria de compañías para crear un beneficio económico para clientes y compartir las ganancias⁴.

CANALES LOGÍSTICOS: la red de cadenas de suministro participantes comprometidas en almacenamiento, manejo, traslado, transporte y funciones de comunicaciones que contribuyen al flujo eficaz de los bienes⁵.

COSTOS DE ALMACENAJE DE INVENTARIO: una medida financiera que calcula todos los costos asociados con sostener una unidad en almacenamiento, normalmente expresado como un porcentaje del valor del inventario. Incluye inventario-en-almacenamiento, almacenaje, obsolescencia, deterioro o estropeo, seguro, impuestos, depreciación y costo de manejo⁶.

¹ BALLOU, Ronald H., Logística: Administración de la Cadena de Suministro. 5ª edición, México: Prentice Hall - Pearson Educación, 2004. p. 17.

² VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio. Fundamentos de gestión de inventarios. Cali: Universidad del Valle, 4ª ed. 2006. p. 69.

³ BALLOU, Op. cit., p. 19.

⁴ Ibíd., p. 19.

⁵ Ibíd., p. 20.

INVENTARIO DE BIENES TERMINADOS (FGI, FINISHED GOODS INVENTORY): Son Productos completamente manufacturados, empaquetados, guardados y preparados para su distribución⁷.

LOGÍSTICA: Logística es el proceso de planear, implementar y controlar Efectiva y eficientemente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de cumplir los requisitos del cliente⁸.

MANEJO DEL INVENTARIO: El proceso de asegurar la disponibilidad de los productos a través de actividades de administración de inventario como planeación, posicionamiento de stock, y supervisión de la edad del producto⁹.

PLANIFICACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO: Típicamente involucra actividades como crear un conjunto de proveedores, respondiendo a previsiones del comprador, o generando previsiones de uso interno¹⁰.

PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA: El proceso de pronosticar y manejar la demanda para productos y servicios hacia los usuarios finales, así como para miembros intermedios en la cadena de suministro¹¹.

VALOR AGREGADO: Valor incrementado o mejorado, basado en su funcionalidad o utilidad¹².

⁶ SILVER, Edward A. y REIN Peterson. Sistemas de decisión para la gestión de inventario y planificación de la producción. 2ª Edición, John Wiley & Sons, New York, 1985. p. 56.

⁷ Ibíd., p. 69.

⁸ BALLOU, Op. cit., p. 21.

⁹ SILVER, Op cit., p. 57.

¹⁰ HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Dirección de Producción: Decisiones Tácticas. 4ª edición. Madrid: Prentice Hall, 1997. p. 29.

¹¹ ANGEL A., Juan; GARCÍA MARTÍN, Rafael. Gestión de stock: modelos deterministas [En línea]. España: Secretaria de Estado de Educación y Universidades MEC. [Consultado el 2 de Febrero de 2012]. Disponible en internet: <http://www.investigacion-operaciones.com/material%20didactico/Modelo%20Inventarios%201.pdf>

¹² FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Antonio; MUÑOZ RODRÍGUEZ, María del Carmen. Contabilidad de gestión y excelencia empresarial. España: Ariel S. A, 1997.

RESUMEN

El presente documento es un aporte práctico realizado a una prestigiosa empresa papelerera de la ciudad de Cali, cuyo propósito fue colocar al servicio de su área de embalaje, parte del conocimiento académico aprendido como ingenieros industriales, en virtud de contribuir con una propuesta de mejora en la reducción del desperdicio de empaques en su proceso productivo.

En primera instancia se desarrolló un diagnóstico situacional donde se detectó que la organización está generando desperdicios en el material de empaque, causado principalmente por el refile y la falta de stock, los cuales representan el 87% del problema y generando aumento en los costos de materias primas, quienes representaron una menor productividad al compararse el año 2012 con el 2011.

Después de identificarse las respectivas causas del problema se decidió enfocar la propuesta de mejora en dos aspectos: el primero relacionado con la retroalimentación a los operarios en cuanto a los procesos de control en el área y lo segundo, mediante la implementación de un modelo de pronóstico que permita estimar mejor la demanda y de esta manera recomponer la solicitud de pedidos de materiales de empaque, de tal manera que se mejore el stock de inventario y se reduzca el desperdicio por refileado.

Finalmente se realizó la implementación de la política durante seis semanas arrojando resultados positivos para la empresa, dado que se logró reducir el nivel de desperdicio en un 29%, que en términos hipotéticos pueden alcanzar un ahorro por \$17.811.194, sin contar con las posibles reducciones adicionales que se puedan obtener con el tiempo.

PALABRAS CLAVES: Logística, Productividad, Sistema de pronóstico de la demanda, Efectividad, Eficacia, y Eficiencia.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo muestra una propuesta de mejoramiento para reducir los costos de desperdicio en el material de empaque para los productos embalados en las plataformas del negocio de conversión de la planta 1 de Carvajal Pulpa Papel. Con la propuesta se busca reducir el impacto de las tres causas más preponderantes que generan el mayor desperdicio de material de empaque (el 92%), tales como el refilado, la falta de stock y el golpe del producto generado en el proceso. En este sentido, el trabajo se estructuró en cinco capítulos a saber:

Capítulo 1. Lineamientos de la investigación: En este primer segmento se da a conocer el problema a solucionar, determinando sus objetivos, la justificación y el alcance. Igualmente se mostrara el respectivo marco de referencia teórico y conceptual de la investigación, planteando finalmente la metodología empleada.

Capítulo 2. Diagnóstico de la situación actual: En este segundo capítulo se desarrollará el análisis de la situación actual de la empresa frente al proceso de la línea de folio, que fue el área objeto de estudio.

Capítulo 3. Evaluación de los puntos críticos: En este segmento se mide la eficiencia en el proceso y la productividad del material de empaque en la línea folio, utilizando los indicadores necesarios, concentrándose especialmente en las actividades donde se generan las principales causas de desperdicio (el refilado, la falta de stock y el golpe del producto generado en el proceso).

Capítulo 4. Propuesta de Mejora: En este capítulo se presenta las posibles soluciones que podrían reducir en gran medida el impacto de las causas que generan el desperdicio en el material de empaque.

Capítulo 5. Implementación y evaluación del plan de mejora: En este estudio se relaciona los elementos requeridos para desarrollar la propuesta, estableciendo un modelo piloto que permita medir su efectividad y su respectiva evaluación económica para la empresa.

Finalmente se relacionan las respectivas conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El área Conversión en Carvajal Pulpa y Papel, es una dependencia dedicada al corte de los rollos de papel, para convertirlas finalmente en hojas tamaño folio. Para llevar a cabo este proceso se cuenta con unos equipos de alta precisión y con personal capacitado e idóneo para desarrollar con un alto compromiso, la responsabilidad social de la empresa.

Para la obtención de un producto final de alta calidad es necesario utilizar recursos tales como el material de empaque, el cual en su proceso de generación de desperdicios controlados, contribuiría al mejoramiento del costo por tonelada fabricada.

Por esta razón, el 60% del costo total de la tonelada de papel envuelta corresponde a material de empaque, constituyéndose de esta forma en un valor representativo que reduce el margen de rentabilidad del producto final.

¿Es factible reducir los desperdicios de material de empaque y disminuir el costo de producción por tonelada empacada en la línea folio?

2. JUSTIFICACIÓN

Carvajal pulpa y papel es una empresa que se encuentra en el sector de la producción de papel, para el embalaje de sus productos invierte una cantidad importante de dinero, en el 2011 se gastaron \$ 2, 832,657.206 para un peso de \$/Ton 62.134 comparado con la meta presupuestada que fueron \$ 2, 134,864.389 para un peso de \$/Ton 64.777 solo en material de empaque, razón por la cual necesita desarrollar este proyecto en el que se encuentre la manera de disminuir costo de material de empaque y aumentar la productividad de la línea folio, a continuación se presenta la tabla con los resultados reales y presupuestados de costos por unidad, Q/TON, cantidad, precio y valor.

Cuadro 1. Material empaque acumulado 2011

31	SEMANA DEL 01-31	ACUMULADO	FOLIO				FOLIO			
TOTAL FOLIO			45,589				32,957			
DE:			1		ENE					
HASTA:			12		DIC					

Tomando como punto de partida, la importancia que tiene conocer acerca de los materiales necesarios que serán utilizados para el empaque de las plataformas como son estibas, papel de empaque, tableros, zuncho, plástico stretch, tacos, cintas plásticas, etiquetas resmas, hot melt, laminas plásticas, grapas, laminas de cartón, ángulos que surgen del área de conversión, desglosando cada uno de sus componentes para poder identificar las pérdidas de material, o si de una u otra forma, se registra cualquier tipo de desperdicio, reduciendo de forma considerable el costo de material de empaque, el cual representa un 60 % de los costos totales.

Por lo anterior, cabe mencionar que para la resolución de este problema, se pretende ejecutar un estudio de campo (diagnóstico interno), tomando como base los datos de los diferentes tipos de envoltura para obtener un panorama general de la situación actual, realizando una segmentación y análisis de todo el material de empaque, para lo cual se realizarán visitas de campo con el fin de poder identificar oportunidades de mejoramiento continuo, Se planeará una definición de metas, efectuando un seguimiento al material de empaque que se emplea para las plataformas, brindando un seguimiento continuo con el fin de consolidar y ampliar las oportunidades de negocio.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Estandarizar el material de empaque de los productos embalados en Carvajal pula y papel planta 1, reduciendo los desperdicios e incrementando la producción que se genera en la línea folio

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Describir el proceso de desperdicio del material de empaque, identificando las partes críticas que se presentan para poder medir y evaluar las causas que originan el problema.
- Medir la eficiencia en el proceso y la productividad del material de empaque en la línea folio, utilizando los indicadores necesarios.
- Elaborar un programa de estandarización de material de empaque en la línea folio reduciendo los costos de embalaje
- Optimizar el material de empaque para realizar una producción oportuna y acorde con los requerimientos de producción

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEORICO

La conversión en Carvajal Pulpa y Papel comenzó a partir de 1961 en donde “Terminados”, que así se llamaba la sección, contaba con una supercalandria, una rebobinadora de papel; además, tenía instalado un sistema de envoltura de rollos, dos cortadoras folio con capacidad para 30 ton/día.

En 1986, por las necesidades que se presentaban en el mercado, Carvajal Pulpa y Papel, adquiere para Conversión dos (2) máquinas de alta tecnología, la cortadora Jagenberg Synvert 165 que convierten los rollos de papel en hojas tamaño folio con medidas diferentes desde 60 hasta 160 centímetros de largo, con capacidad para 65 ton /día. A partir de ese momento, Conversión ha venido en un proceso de mejoramiento continuo para cumplir con las expectativas del cliente. Luego adquirió una cortadora de marca Streker, para corte folio que se encuentra en Planta 1, sumando así una capacidad de corte superior a las 100 ton/día en la línea folio.

En el año 2003, además de lograr records históricos de producción en la gran mayoría de sus equipos, formó parte de la Certificación del Sistema de Calidad ISO 9001:2000 para la línea de papeles esmaltados propalcote para conversión y transformación de papeles esmaltados a propalcote.

Actualmente, el negocio, implementa el Modelo de Gestión Integral para Carvajal Pulpa y Papel en su proceso de corte folio en máquinas piloto, esperando incrementar su capacidad de producción y mejorar su competitividad a nivel internacional.

Carvajal Pulpa y Papel, como empresa manufacturera de papel, ha establecido una integración total para su producto, siendo una de sus actividades operativas la transformación del papel, con el objetivo de satisfacer las necesidades de sus clientes y, en general, las de la comunidad; para ello cuenta con dos (2) líneas de acabado, con las cuales suministra el papel en tamaños folio, al igual que le proporciona unas propiedades adicionales al papel en rollos.

Hoy la empresa hace parte del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2000 para la línea Propalcote en Carvajal Pulpa y Papel, considerándose responsable por el mejoramiento continuo y la satisfacción permanente de sus clientes.

Los objetivos de esta sección, radican principalmente en convertir los rollos de papel en hojas según las necesidades del cliente y recuperar papel en la línea de terminados; también es la encargada de recibir, etiquetar y entregar a Despachos el papel que sale de las máquinas y del proceso de conversión. En la Planta 1 se convierte el papel en hojas tamaño Folio que van desde un formato de 60 x 80 centímetros hasta 160 x 120 centímetros, a diferencia de la Planta 2 donde se convierte a hojas tamaño resmillas en los formatos de Carta, Oficio, Din A4 y Extra oficio. Para llevar a cabo la conversión se utilizan tres (3) cortadoras:

- Cortadora Simplex en donde se trabaja con papeles que vienen de la máquina 2.
- Cortadora Streker para papeles bond.
- Cortadora Jagenberg en donde se trabaja la mayor parte de tiempo con papeles Esmaltados y Bristol.

Para el empaque el negocio de conversión utiliza dos modalidades: automática, elaborada por la envolvedora Folio operada por dos personas, una para su calibre y otra para el control; y manual en donde se efectúa en parejas de personas envolviendo el material de la cortadora Simplex y en otros casos en la envoltura de material de las cortadoras Jagenberg y Streker.

Para medir las toneladas de desperdicio lo hacemos por medio del diagnóstico del desempeño operacional el cual nos brinda un seguimiento en este caso del desperdicio de material de empaque, para esto necesitamos la previa retroalimentación hacia los diferentes operarios, siendo estos los que están en el proceso y nos brindan de manera directa cuanto se nos está desperdiciando por otra parte podemos utilizarlo en la línea folio para que nos indique el stock que no se está generando.

Para el empaque en la línea folio notaremos que se genera un refile a pesar de que es una envolvedora folio semi automática, al no utilizar la medida correspondiente de empaque para cada medida de papel se nos genera un refile es cual analizaremos, siendo el mismo proceso de rollos miraremos la trazabilidad del problema para así genera una serie de soluciones.

5. ASPECTO METODOLÓGICO

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es de tipo cuantitativa y cualitativa; es cuantitativa puesto que el presente trabajo busca dar una solución basando en métodos cuantificables, dejando por fuera las teorías empiristas y apoyándose en cifras para comprender la situación actual de la empresa, pero también es una investigación cualitativa puesto que la información inicial se obtuvo mediante observación directa, datos históricos y posteriormente se realizaron reuniones con el Gerente y personal involucrado en el proceso.

5.2 FUENTES Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.2.1 Fuentes Primarias. Para el desarrollo de la investigación se utilizó una variedad de fuentes primarias, entre las cuales se encuentra, la Observación directa participante, ya que el investigador en algunas ocasiones va a estar presente en el proceso, razón por la cual se involucra y conoce las operaciones cotidianas de la misma.

Otra fuente de información importante para la solución del problema planteado es **la entrevista**, para lo cual se diseñará cuestionarios como DDO (Diagnostico de desempeño operacional) con objetivos claros, los cuales estarán dirigidos al área de producción involucrada como lo son la envoltura folio y la envoltura en la roollpaper ; esto con el fin de obtener información que permita identificar el manejo de los procesos de la organización y así identificar con claridad sus fortalezas y debilidades. También se **Consulta con expertos**, específicamente contando con la asesoría de un profesor especializado en el área. De igual forma se cuenta con **Documentos Internos**, como: informes de ventas, ordenes de servicio, circulares internas y cualquier otro documento relacionado con la empresa, que sea relevante para el estudio.

5.2.2 Fuentes Secundarias. Para efectos de este proyecto se utilizó información contenida en libros, periódicos, Internet, trabajos de grado, entre otros; relacionados con la propuesta de mejoramiento en el área de producción.

5.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.

Para alcanzar los objetivos generales y específicos del proyecto, a continuación se presenta las fases de investigación para cumplir con las metas establecidas:

- Capítulo 1. Lineamientos de la investigación.
- Capítulo 2. Diagnóstico de la situación actual.
- Capítulo 3. Evaluación de los puntos críticos.
- Capítulo 4. Propuesta de mejora.
- Capítulo 5. Implementación y evaluación de la propuesta de mejora.

6. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se priorizan las principales causas del problema caracterizando los procesos en la línea de folio, siendo esto necesario para priorizar las respectivas soluciones que permita la reducción del desperdicio en los materiales de empaque.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La fase de ENVOLTURA Y PALETIZADO DE RESMAS TAMAÑO FOLIO tiene como función específica envolver paquetes de papel tamaño folio con un numero de hojas determinado de acuerdo a un estándar técnico de proceso, identificarlas y paletizarlos sobre skid de madera. Estos skid serán almacenados en una zona determinada para recibir el proceso de zunchado.

6.1.1 Propósito del proceso. El propósito de la fase de Envoltura y paletizado de Resmas tamaño Folio es:

- Calibrar, envolver e identificar resmas de papel folio, que son apiladas sobre estibas de madera". Esta operación es importante porque:
- Permite la envoltura e identificación de resmas tamaño folio en condiciones controladas de seguridad, excelente calidad y eficiencia, en la fecha solicitada por los clientes y sin causar daño al medio ambiente".

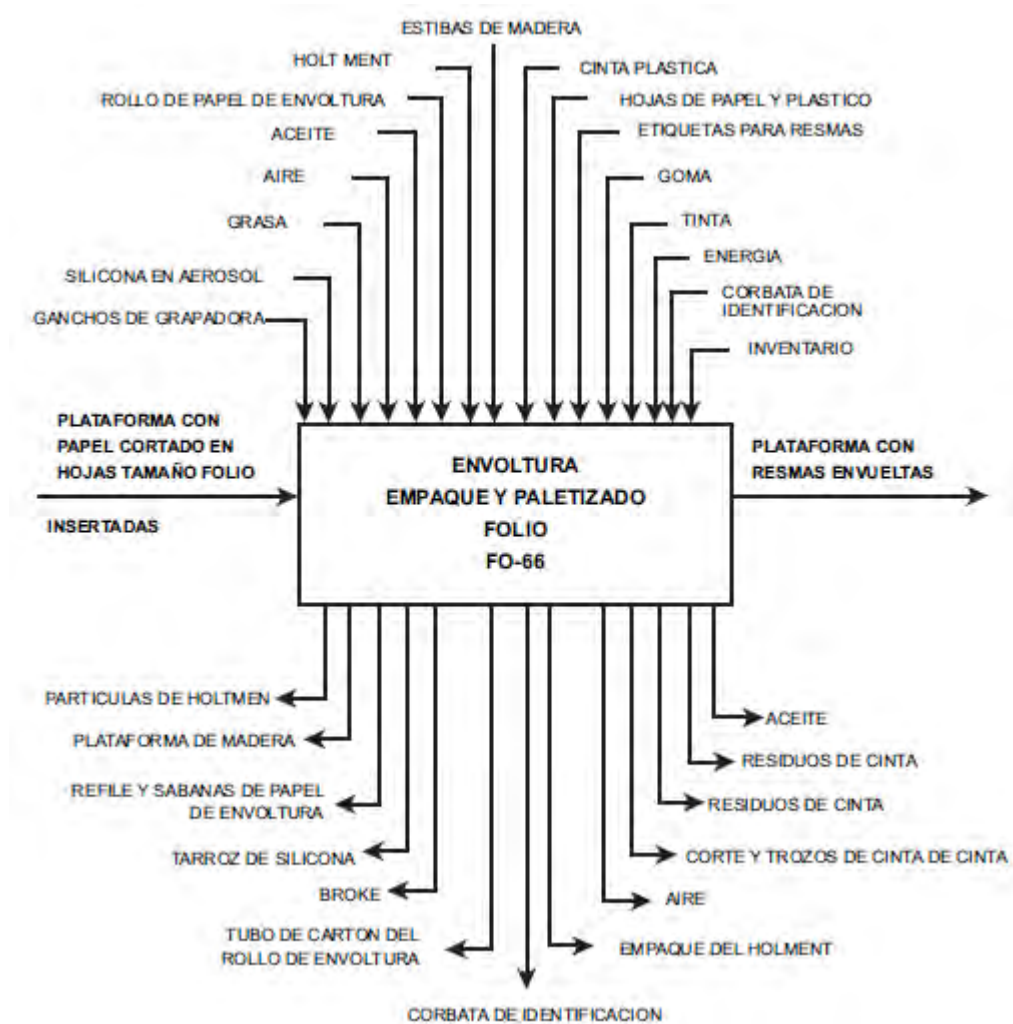
6.1.2 Importancia del proceso. La fase de Envoltura de resmas y plataformas folio es importante porque es la encargada de darle el toque final al producto terminado, protegiéndolo con su envoltura y dándole a su vez una excelente presentación.

Los equipos que componen esta fase de operación son de alta precisión garantizando obtener resmas perfectamente envueltas con buena calidad y alta eficiencia, lo cual permite mantenerlos competitivos en el mercado.

Uno de los pensamientos de los clientes es: si la envoltura y empaque son excelentes, el producto contenido también lo es.

6.1.3 Descripción de actividades. Lo primero que se debe determinar con exactitud, es la función de esta fase de operación (ver diagrama de entradas y salidas figura 1).

Figura 1. Diagrama de entradas y salidas



Fuente: Área conversión en Carvajal Pulpa y Papel. Proceso de Envoltura y Paletizado del área de producción. 2015.

Las plataformas con papel cortado en hojas tamaño folio previamente seleccionados y alistados, son montados en la mesa de elevación que por medio de un sistema hidráulico es colocado en posición de trabajo (arriba). En esta parte del proceso las resmas o paquetes de hojas tamaño folio son calibradas o separadas de acuerdo a un estándar Internacional.

Estas resmas son envueltas con papel de envoltura de 90 gramos y arrumadas en un skid de madera por medio de un sistema de paletización las cuales son sacadas de la máquina y almacenadas para ser zunchadas y luego pesadas y listas para enviar al cliente. Para alcanzar este propósito se requiere:

- Energía eléctrica.
- Aire de instrumentos para equipos neumáticos.
- Aceite de lubricación para bomba hidráulica.
- Aceite de lubricación para suavizar piezas.
- Grasa para lubricación de partes internas.
- Rollo de papel extensible para envolver resmas.
- Pegante hot melt para el sellado de las resmas.
- Tinta para el marcador inkjet.
- Programa de producción.
- Skids de madera para arrumar los paquete.
- Etiquetas impresas para identificar los paquetes.
- Tendido para plataforma. Consiste en dos láminas de papel grueso y una lámina de plástico.
- Cinta plástica de 11/2 pulgadas para arreglar resmas que salen despegadas.

En la salida se obtiene como producto final Resmas envueltas y paletizadas sobre plataformas. Los desperdicios incurridos en esta fase son:

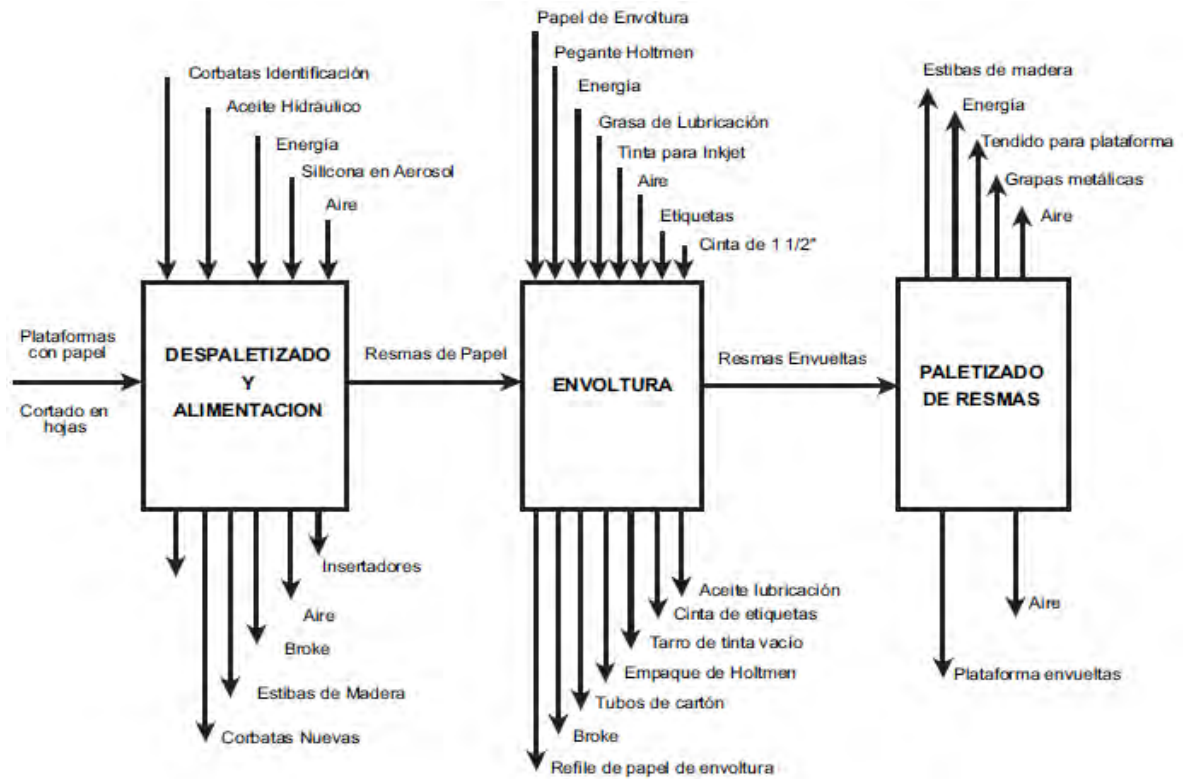
- Aire que sale por el desfogue de los equipos neumáticos.
- Residuos de grasa.
- Piezas en mal estado.

- Hojas de papel sucias.
- Hojas con empalmes.
- Hojas con defectos de calidad.
- Tubo del rollo de papel de envoltura.
- Respaldo de las etiquetas.
- Refile del papel de envoltura.
- Skid de madera
- Residuos de holtmen.
- Core de la etiqueta y la cinta plástica.
- Corbata de identificación de la cortadora.

Esta fase de operación se puede dividir en tres (3) subfases funcionales:

- Desapilado y alimentación (de plataformas cortadas)
- Envoltura (de resmas tamaño folio)
- Apilado (de resmas envueltas sobre estibas).

Figura 2. Diagrama funcional de Bloques



Fuente: Área conversión en Carvajal Pulpa y Papel. Proceso de Envoltura y Paletizado del área de producción. 2015.

6.1.3.1 Subfase de despaletizado y alimentación. En la subfase de DESPALETIZADO, las plataformas previamente seleccionados y alistados, son montados en la mesa de elevación que por medio de un sistema hidráulico es colocado en posición de trabajo (arriba). En esta parte del proceso las resmas o paquetes de hojas tamaño folio son calibradas o separadas de acuerdo a un estándar Internacional.

6.1.3.2 Subfase de Envoltura. En la subfase de ENVOLTURA, la resma es envuelta en una hoja de papel krafft con o sin plastificar la cual es cortada de acuerdo a un formato preestablecido teniendo en cuenta el tamaño y calibre de la resma a envolver, se realiza la formación de los pliegues, el sellado e identificación de acuerdo al estándar internacional. En esta parte del proceso la resma es envuelta automáticamente a medida que va pasando por una serie de transportadores, plegadores, rociado de pegante, identificación de resma e identificación para trazabilidad.

6.1.3.3 Subfase de Apilado. En la subfase de APILADO, la resma es paletizada o colocada de manera organizada sobre una estiba de madera con un numero de resmas de acuerdo al portafolio de productos.

6.2 CONTROLES A LOS PROCESOS

De acuerdo a los tres subfases que intervienen en el proceso, la empresa desarrolla para cada una de ellas las siguientes actividades para tratar de hacer efectiva su operación¹³:

6.2.1 Subfase de Despaletizado y Alimentación

- **Inventario:** Se debe imprimir el inventario en proceso y compararlo contra lo físico. Inventory report.
- **Número de plataformas a envolver:** de acuerdo al número de plataformas que solicite el pedido. El cual se puede evidenciar en el listado de inventario en proceso.
- **Número de hojas por paquete:** Se puede constatar con la información del sheeter control.
- **Centrado de la estiba en mesa elevadora:** cuando la plataforma se vaya a subir a la mesa elevadora se debe centrar en la mesa.
- **Calidad del papel a envolver:** realizar inspección a la plataforma por los cuatro lados para identificar atributos de calidad.
- **Información de la corbata:** comparar con la información del inventario en proceso para confirmar el tipo de papel e igualmente verificarlo físicamente.
- **Código de envoltura:** observar en la corbata y compararlo con el sheeter control.

¹³ Área conversión en Carvajal Pulpa y Papel. Manual de operaciones MFO – 66. 2014.

6.2.2 Subfase de Envoltura

- **Gramaje del papel de envoltura:** aunque siempre el papel extrusado tiene más gramaje que los no extrusados se puede verificar el peso básico tomando una muestra y llevándola a la gramera.
- **Centrado del papel envoltura:** cada que se va a montar un rollo se debe verificar la tabla ubicada en el portarrollo para saber a qué distancia debe colocar el tope.
- **Ancho del rollo:** antes de montar el rollo se debe hacer el cálculo por medio de la fórmula y conocer el ancho indicado a montar.
- **La dimensión del papel de envoltura:** por medio del tambor de avance se alarga o acorta la envoltura.
- **Papel de envoltura con o sin estrusar:** tener en cuenta que los papeles esmaltados de 80g a 115g deben ir en papel extrusado impreso con propalcote. Los corrientes de 56g a 115g igualmente deben ir en papel estrusado. Los papeles de exportación todos deben ir en envoltura extrusada.
- **Tensión del papel de envoltura:** se debe garantizar que la presión del pistón del rodillo balancín este siempre en 05 bar y que el cepillo superior de tensión este haciendo buena presión al papel.
- Garantizar que los transportadores del axis 1 estén a la altura del calibre del paquete.
- **Rodillos dispensadores:** garantizar que el rodillo dispensador del papel (rodillo presor) tenga una presión en su pistón de 4 bares.
- **Movimiento de los transportadores:** Observar que los transportadores estén funcionando sincronizadamente de lo contrario revisar que uno de los sensores no está funcionando.

- **Tiempo de parada de la resma:** se debe garantizar que este tiempo siempre muestre en el display del tablero de control valores de 6 a 9.
- **Tiempo de espera:** Se controla girando el selector b134 de acuerdo a la necesidad.
- **Cantidad de pegante:** Observar la cantidad de chorros que salen de las pistolas los cuales siempre se deben garantizar 2 por pistola.
- **Plegado trasero:** depende del funcionamiento de la tabla de doblado y entrada del cepillo.
- **Altura de las bandas del axis 2:** Se debe garantizar que la altura de las bandas del axis 2 siempre tengan el mismo calibre de la resma.
- **Desplazamiento de la resma:** se debe verificar que al final del axis 3 no haya ningún paquete que este accionando el micro y así no habrá ningún problema con el desplazamiento del paquete.
- **Plegado delantero:** garantizar que la platina de plegado este con menos 5 milímetros de la altura del calibre del paquete.
- **Plegado trasero:** Los plegadores traseros deben estar con menos 5 milímetros al calibre del paquete para garantizar una correcta realización del pliegue.
- **Cantidad de pegante lateral:** Verificar que las boquillas no estén obstruidas y que la presión del tanque este en 30 psi de presión. Además se debe verificar que el chorro de goma caiga sobre la pestaña del papel de envoltura.
- **Temperatura del holtmen:** Se debe verificar que la temperatura del tanque nordson sea de 155° centígrados.

- **Presión de salida del pegante:** El rociado debe ser uniforme y el tanque debe tener una presión de 30 psi de presión.
- **Abertura del axis 3:** La abertura del axis 3 debe ser un centímetro más de la medida del largo del papel a envolver.
- **Altura de las persianas:** Las persianas no deben estar demasiado bajas para que no arruguen el papel de envoltura y eviten que la resma no pegue perfectamente.
- **Colocación de la etiqueta de identificación:** Garantizar que la fotocelda este censando bien para que las etiquetas estén pegando correctamente.
- **Impresión del inkjet:** Garantizar que el mensaje del marcador este saliendo excelente para lo cual se debe graduar de acuerdo a la necesidad así: si la impresión está saliendo rayada se debe alejar el cabezal con respecto al paquete; si la impresión está muy borrosa se debe acercar al paso del paquete. De lo contrario consultar el manual del ink jet.
- **Conteo de paquetes:** Verificar que el micro con su terminal en gancho ubicado encima del transportador de tablillas este a la altura indicada (5 milímetros por debajo del calibre del paquete).

6.2.3 Subfase de Apilado

- **Ciclo del transportador de tablillas:** Garantizar que el primer tramo del transportador tenga 8 tablillas adelante después del micro de conteo de paquetes.
- **Centrado de la estiba de madera:** Garantizar que la estiba este ubicada al centro de la máquina utilizando la como guía la cinta métrica ubicada en platina lateral de la mesa.
- **La medida de la estiba:** Garantizar que la medida de la estiba sea dos centímetros por encima de la medida del papel a envolver.

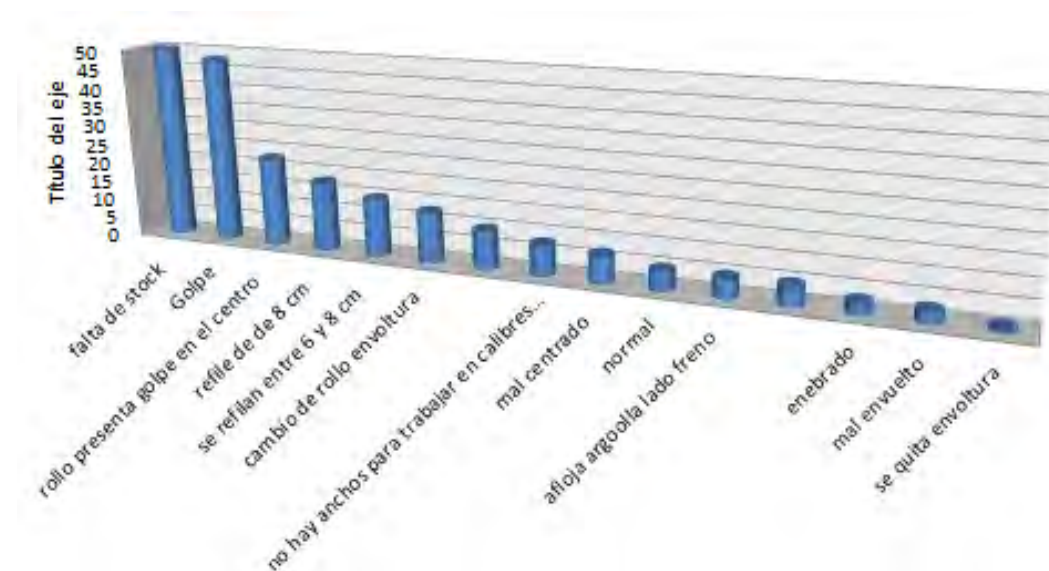
- **Velocidad de desplazamiento del transportador:** Garantizar que la velocidad no sea ni muy rápida pero tampoco tan corta para que el paquete no sufra averías.
- **La dirección del transportador de paquetes:** la posición del Selector de movimientos back 0-1 del transportador debe estar siempre en 1 en condiciones normales.
- **La cantidad de resmas sobre la estiba:** Siempre verificar que el número de paquetes quede registrado en el contador de la máquina Para poder llevar el control cuando se baje la mesa.
- **Identificación de los paquetes envueltos:** Observar que los paquetes siempre tengan por un lado la etiqueta de identificación y por el otro la información de trazabilidad.
- **Identificación por plataforma:** garantizar que cada plataforma tenga una corbata de identificación que corresponda con el número de la información de la trazabilidad.
- **Alineación de la plataforma:** Verificar por cada plataforma envuelta que todos los paquetes estén perfectamente alineados.

6.2.4 Identificación de posibles causas. Para establecer las posibles causas que pueden estar generando el desperdicio en el material de empaque para los productos embalados en plataformas en el negocio de conversión de la planta 1, se procedió a desarrollar un seguimiento del proceso en los últimos cinco meses (Agosto – Diciembre) del año 2012, encontrándose los siguientes resultados. (Ver cuadro 2 y Gráfica 1).

Cuadro 2. Cantidad de Kilos perdidos de material de empaque (Agosto – Diciembre de 2012)

Etiquetas de fila	Suma de Cantidad KL perdida
falta de stock	50
Golpe	48
rollo presenta golpe en el centro	23
refile de de 8 cm	18
se refilan entre 6 y 8 cm	15
cambio de rolo envoltura	13
se tiene que refilar para que la envotura quede perfecta	10
no hay anchos para trabajar en calibres bajos 60*90	8
mal centrado	7
normal	5
afloja argoolia lado freno	5
sale el papel con arrugas antes de empezar	5
enebrado	3
mal envuelto	3
se quita envoltura	1
Total general	214

Gráfica 1. Causas del desperdicio de material de empaque en Kg.



De acuerdo al análisis anterior se pudo establecer que las principales causas que originan los desperdicios de material de empaque en la planta 1 son:

- Falta mantener stock de papel de medida 115 y 110.
- Refiles.
- Mantener stock de rollos de ancho 115.
- Se necesitan rollos de anchos pequeños y calibres bajos.
- Golpes en rollos.

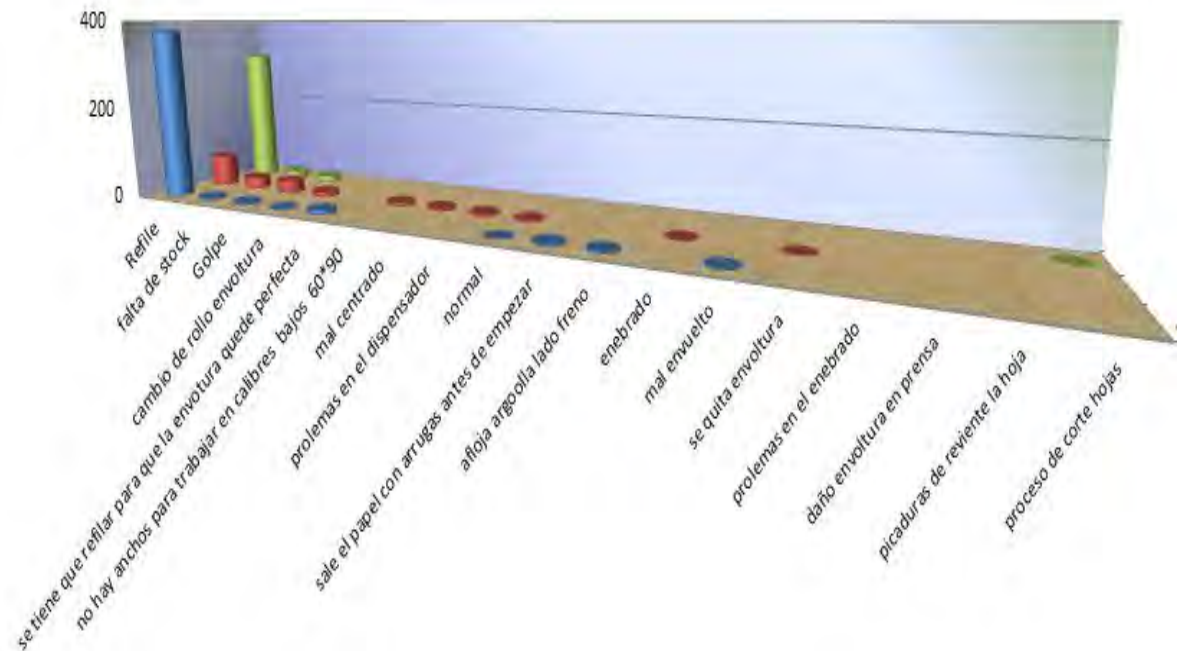
Se tiene en cuenta que el refile se presenta cuando no hay el material de envoltura necesitado para ese tipo de formato, por diferentes motivos: No lo hay, o a veces los formatos son especiales y de una u otra forma toca que refilar.

En efecto se observa que la falta de stock para los formatos de mayor demanda es la principal causa del problema, ya que esto obliga a refilar, pues en la refilación es donde se presenta el mayor desperdicio si se observa el cuadro 3 y la gráfica 2, la cual agrupa los datos de refile.

Cuadro 3. Cantidad de Kilos perdidos de material de empaque, agrupando todos los desperdicios de refile (Agosto – Diciembre de 2012)

Suma de Cantidad KL perdida Causa	Total general	Part %
Refile	759	82%
falta de stock	50	5%
Golpe	48	5%
cambio de rollo envoltura	13	1%
se tiene que refilar para que la envoltura quede perfecta	10	1%
no hay anchos para trabajar en calibres bajos 60*90	8	1%
mal centrado	7	1%
problemas en el dispensador	6	1%
normal	5	1%
sale el papel con arrugas antes de empezar	5	1%
afloja argolla lado freno	5	1%
enebrado	3	0%
mal envuelto	3	0%
se quita envoltura	1	0%
problemas en el enebrado		0%
daño envoltura en prensa		0%
picaduras de reviente la hoja		0%
proceso de corte hojas	0	0%
Total general	923	100%

Gráfica 2. Causas del desperdicio de material de empaque en Kg agrupando el desperdicio total generado por el refil.



Observando la participación de cada causa que origina el desperdicio de material de empaque se evidencia claramente como entre el refil con un 82% y la falta de stock con un 5% se origina la mayoría (87%) de las causas del problema. Teniendo en cuenta que un problema como es la falta de stock en ciertos formatos, generó la mayoría de refiles reportados.

Por otro lado se observa como el golpe en el proceso de envoltura también es una fuente importante de generación de desperdicio en material de empaque. Ver foto a continuación.

Figura 3. Desperdicio producido por golpe en material de empaque.



Cabe resaltar que el golpe en el material de empaque representa un 5% de la cantidad de desperdicio generado en proceso, por lo tanto, se sugiere priorizar las soluciones especialmente en estos tres eventos mencionados (Refile, falta de stock y Golpe del material), ya que en ellos se concentra el 92% del material de empaque desperdiciado, por lo que su solución generaría una reducción importante sobre los costos de la empresa en esta línea de producto.

7. MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO

La medición de los Indicadores consiste en una medida cuantitativa que surge de un cociente entre dos variables críticas. Por tanto el cálculo de un indicador no resulta ser un proceso complejo, mientras que la determinación de un indicador si guarda un nivel de complejidad por la responsabilidad que tiene para el direccionamiento estratégico de la organización.

En este sentido se realiza inicialmente un análisis de productividad total comparando el año 2011 y 2012, de tal manera que permita establecer el comportamiento del proceso en estudio. De igual manera se establece un análisis más específico, los cuales se encuentran agrupados en dos grupos de indicadores: Tiempo y Calidad, quienes explicaran de manera más precisa los resultados de la productividad total del proceso.

Mientras que la Productividad Total es una visión global del funcionamiento de la empresa, los indicadores son una medición de un objetivo específico, pero tanto la productividad total como los indicadores guardan una relación directamente positiva, es decir, el aumento de la productividad total implica un aumento en los indicadores establecidos, concluyendo así que el mejoramiento de la productividad incluye una mejora para éstos.

7.1 ESTRATEGÍAS DE LA EMPRESA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

Antes de realizar la medición de indicadores de productividad del proceso es necesario hacer mención de algunas acciones que se desarrollan en la empresa con el fin de mejorar sus actividades productivas y que permiten determinar las fuentes de información de los indicadores objeto de análisis en este estudio.

En la empresa se desarrolló un mecanismo de medición, monitoreo, control y mejora de procesos a través del establecimiento de estándares e indicadores de desempeño. El seguimiento de los procesos se realiza a través de las revisiones por la dirección, auditorías de calidad, acciones de mejora, mecanismos de inspección en los procesos o el producto y en las diferentes etapas de diseño. La medición se hace cuantitativamente por medio de indicadores a través del control del producto no conforme, medición de la satisfacción del cliente, acción correctiva y preventiva, revisión por la dirección y técnicas estadísticas y cualitativamente verificando el cumplimiento de las diferentes actividades y planes de los diferentes

procesos. Este seguimiento y medición se establece en las caracterizaciones de los procesos. El análisis se lleva a cabo a través de los datos e información de los diferentes procesos, por medio de diagrama de barras y diagramas de líneas.

7.1.1 Medición y seguimiento de los procesos

7.1.1.1 Satisfacción del cliente. La empresa realiza el seguimiento y medición de la satisfacción de los requisitos del cliente por parte de esta a través de las quejas, sugerencias del cliente y encuestas de satisfacción las cuales se realizan al finalizar cada proyecto y se monitorean trimestralmente.

En la encuesta se califican nueve atributos, los cuales el cliente los prioriza y por Moda se saca el orden de importancia de estos. Cuando se establece el orden de importancia se determina una ponderación para cada atributo. La calificación de cada atributo se multiplica por la ponderación y al final cada encuesta arroja un porcentaje de satisfacción. Luego se promedian todas las encuestas del trimestre sacando el indicador de satisfacción. De acuerdo a los resultados se toman acciones correctivas, preventivas o de mejora.

7.1.1.2 Auditoría Interna. Las auditorias se programarán con base al estado y a la importancia de los procesos y las áreas a auditar como: resultados de auditorías previas que indiquen la necesidad de programar nuevamente aquellos requisitos relevantes; numerosos cambios en la documentación, cuando se aproxime una auditoría externa y cuando se hayan ejecutado varios proyectos. Los auditores asignados son independientes del área a auditar.

7.1.1.3 Seguimiento y Medición de los Productos. La empresa tiene un Plan de Trabajo y los procedimientos para asegurar el cumplimiento de los requisitos especificados del producto.

El plan y los procedimientos contempla los pasos para la inspección en recepción: revisión de la información suministrada por el cliente. Inspección en proceso: revisiones y verificaciones en cada una de las etapas del diseño. Y La inspección final está documentada en el Plan de Trabajo y en el procedimiento.

La liberación del producto no se llevará a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones documentadas en las diferentes etapas del Plan de Trabajo.

7.1.1.4 Control de producto no Conforme. La empresa cuenta con un procedimiento documentado (Control del Producto No-Conforme) para asegurarse de que el producto que no sea conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional. Este procedimiento, incluye la toma de acciones para eliminar la causa; la autorización de su uso, liberación o aceptación por los responsables y la toma de acciones para impedir su uso originalmente previsto.

Cuando el producto no-conforme se detecta después de la entrega, la empresa registra la no-conformidad tomando las acciones necesarias según sea el caso y devolviendo al cliente el producto conforme.

Por producto se revisan las no conformidades generadas para definir si es necesaria la generación o no de acciones correctivas. Las no conformidades que se detectan al finalizar el producto son registradas en el formato del Control del Producto No Conforme.

7.1.1.5 Análisis de Datos. La empresa determina, recopila y analiza los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del sistema de gestión de la calidad y para evaluar dónde se puede realizar la mejora continua, llevar a cabo acciones correctivas y preventivas. Los datos que se analizan son los siguientes:

- Porcentaje de satisfacción del cliente.
- Porcentaje de cotizaciones aprobadas.
- Desempeño de los proveedores.
- No de Productos no-conforme.
- Porcentaje de pedidos entregados a tiempo.
- Evaluación del desempeño.
- Fidelidad del cliente.
- Número de clientes nuevos.
- Número de cotizaciones presentadas.
- Porcentaje de utilidades.

Para el análisis de estos datos se utiliza el diagrama de barras o diagrama de líneas.

7.1.2 Mejora Continua. La empresa mejora continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos (monitoreo de indicadores de gestión), las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

Cualquier personal de la empresa puede identificar una oportunidad de mejora. Estas son informadas al Director de Calidad para presentarlas al Representante de la Dirección, el cual con el Gerente determina la viabilidad y disponibilidad de recursos para la ejecución de la propuesta. Estas son documentadas en el formato de cambios y mejora.

7.1.2.1 Acción Correctiva. El procedimiento para Acción Correctiva incluye el manejo de quejas y reclamos de clientes que son registradas mediante el formato de Quejas y Reclamos; así como también fuentes de identificación como resultados de auditorías y el desempeño de los procesos, revisiones por la dirección.

Cuando surja una acción correctiva esta se registra en el formato de Seguimiento de Acciones Correctivas y Preventivas (SAC) en donde se investiga la causa de la no conformidad, se evalúa la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir, se establecen los planes de acción para eliminar la no conformidad, se registran los resultados de las acciones tomadas y se revisan las acciones correctivas tomadas.

7.1.2.2 Acción preventiva. El procedimiento para Acción Preventiva incluye la utilización de fuentes adecuadas para determinar las no-conformidades potenciales como los resultados de auditorías, las quejas y reclamos de los clientes, procesos y operaciones de trabajo que afecten la calidad y problemas con los proveedores. Cuando surja una acción preventiva esta se registra en el formato de Seguimiento de Acciones Correctivas y Preventivas (SAC) en donde se determina la causa de la no-conformidad potencial, se evalúa la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades, se establece un plan de acción para eliminar la no conformidad, se registran los resultados de las acciones tomadas y se revisan las acciones preventivas tomadas.

7.1.2.3 Análisis de los procesos de control y mejora actuales. Como se puede observar anteriormente, la medición y monitoreo del desempeño en la empresa. Está enfocada y fundamentada en el Sistema de Gestión de Calidad, dejando a un lado la medición de la productividad total. La empresa basa el logro de sus metas y objetivos de acuerdo con el resultado cuantitativo de los indicadores de operación de la misma.

7.2 ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL

Teniendo en cuenta que la Productividad Total mide la razón entre la salida total que genera la empresa y las entradas totales que fueron requeridas para producir dichas salidas. Esto es, la cantidad total generada de bienes y/o servicios, o ambas, en un periodo dado, entre la cantidad total de insumos utilizados para producirla, entre estas mano de obra, capital, materiales e insumos y depreciación. Se procedió a determinar dicho indicador referente a la línea de producto en estudio. Ver cuadro 4.

Cuadro 4. Índice de productividad total de la línea de folios

COMPARACION DE PRODUCTIVIDAD				
	PERIODOS			
	2011		2012	
N° Unidades Vendidas	45589		45621	
Precio de Venta unitario	163866		165283	
Costo de Mano de Obra	62266		64321	
N° de Horas Empleadas	36300		36412	
Costo de Materia Prima Unitario	62134		63177	
N° de Unidades de materia Prima Empleadas	64900		68740	
Depreciacion	\$ 373.524.353,70		\$ 377.018.787,15	
Otros Gastos	\$ 224.114.612,22		\$ 226.211.272,29	
	2011		2012	
	Valor	IP	Valor	IP
Ventas	\$ 7.470.487.074,00		\$ 7.540.375.743,00	
Costo Total de Mano de Obra	\$ 2.260.255.800,00	↑ 3,31	\$ 2.342.056.252,00	↓ 3,22
Costo Total de Materia Prima	\$ 4.032.496.600,00	↑ 1,85	\$ 4.342.786.980,00	↓ 1,74
Indice de Productividad Total	↑ 1,08		↓ 1,03	
% de Incremento o Disminucion de Productividad	↓ -4,57			
Utilidad	\$ 1.327.144.415,48		\$ 1.006.340.025,86	

Revisando los resultados de productividad total de la línea de folios de los años 2012 y 2011 se aprecia claramente una caída de este índice en 4,57, caracterizado principalmente por un mayor uso de recursos en materias primas, lo que de alguna manera explica el comportamiento general que ha venido teniendo la empresa con sus desperdicios, lo que viene generando ineficiencia en el uso de sus recursos, tal como se aprecia en los indicadores de productividad de mano de obra que para el año 2011 fue de 3,31, mientras que para el 2012 se redujo a 3,22. Y de igual manera con las materias primas la cual cayó de 1,85 en el año 2011 a 1,74 en el año 2012.

En efecto para precisar mejor este comportamiento se hace necesario analizar a continuación los índices de productividad de tiempo y de calidad, los cuales tienen una incidencia sobre este indicador.

7.3 ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TIEMPO Y LA CALIDAD

Para la Medición de los Indicadores, solo se requiere la información relacionada a cada indicador y consecutivamente realizar el cálculo de éstos, por medio de una división algebraica. Además en la fase de Medición se analizará el comportamiento de los indicadores, para así poder determinar la tendencia del indicador.

Estos Indicadores de la Perspectiva de Proceso Interno son una medida cuantitativa, los cuales se convierten en una guía para controlar y evaluar el sistema productivo.

La perspectiva del proceso interno, dependerá del proceso operativo, el cual guarda relación con los siguientes elementos: Tiempo y Calidad.

- **Indicadores de tiempo:** Actualmente las empresas están empleado un solo indicador de tiempo que les permite evaluar todo el sistema productivo y éste indicador se conoce como la Eficacia del Ciclo de Fabricación (EFC), por medio del uso de éste indicador la organización busca disminuir los tiempos en donde al producto no se le está haciendo ningún cambio para cumplir con las necesidades del cliente, por tanto buscan disminuir los tiempos de transporte, inspección, reparación, espera y almacenamiento, con el fin de conseguir procesos productivos eficientes y precisos¹⁴.

¹⁴ SUMANTH, David. Administración para la Productividad Total. CECSA. México. 1999. p. 130.

Ecuación 1. Indicador de Eficacia del Ciclo de Fabricación

$$ECF = \frac{\text{Tiempo de Proceso}}{\text{Tiempo de producción efectivo}}$$

$$\text{Tiempo de Producción Efectivo} = TP + TI + TT + TA$$

Fuente: SUMANTH, David. Administración para la Productividad Total. CECSA. México. 1999. p. 130.

Donde:

ECF = Eficacia del Ciclo de Fabricación

TP = Tiempo de Proceso

TI = Tiempo de Inspección

TT = Tiempo de Transporte

TA = Tiempo de Almacenamiento / Espera

Cuando ECF se acerca a 1, indica que la capacidad para responder a los pedidos de los clientes se realiza de manera rápida.

Además del anterior también se va a analizar el indicador de cumplimiento, el cual se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 2. Indicador de Cumplimiento.

$$\text{Nivel de Cumplimiento} = \frac{\text{Cantidad de Productos entregados a la fecha}}{\text{Cantidad total de productos terminados}}$$

- **Indicadores de calidad:** La calidad se ha convertido en una estrategia de competitividad esencial para las empresas, por tanto resulta vital establecer indicadores de calidad que sea cuantificables, como son¹⁵:

¹⁵ Ibíd., p. 138.

- Tasas de Defectos del Proceso.
- Desperdicio.
- Chatarra.
- Reproceso.
- Devoluciones.
- Porcentaje de proceso bajo control estadístico del proceso.

Los indicadores de calidad con los que se trabajará en este modelo son los siguientes:

- **Tasa de productos defectuosos:** Expresa la relación existente entre los productos terminados que han sido entregado a los clientes, pero que presenta defectos, por tanto son devuelto para la realización de las respectivas correcciones.

Ecuación 3. Indicador de Tasa de Productos Defectuosos.

$$\text{Tasa de productos defectuosos} = \frac{\text{Cantidad de Productos defectuosos}}{\text{Cantidad total de productos terminados}}$$

- **Porcentaje de productos reprocesados:** Por medio de este indicador se establece el porcentaje de los productos que son rediseñados por errores durante el proceso, cabe resaltar que estos productos cuando se reprocesan aun no han sido entregados al cliente final.

Ecuación 4. Indicador de Porcentaje de Productos Reprocesados

$$\text{Tasa de productos Reprocesados} = \frac{\text{Cantidad de Productos Reprocesados}}{\text{Cantidad total de productos Reprocesados}}$$

El comportamiento actual en la empresa, de cada uno de estos indicadores se muestra a continuación:

Cuadro 4. Índices de productividad de Tiempo y Calidad

Grupo de indicadores	Nombre de Indicador	Variables	2011	2012	Var %
TIEMPO	Eficacia del ciclo del producto	Tiempo de proceso real	36300	36412	0,31%
		Tiempo de producción efectivo o planeado	35250	35300	0,14%
		Resultado ECP	1,030	1,032	0,17%
	Indicador de cumplimiento	Número de productos entregados a la fecha	45589	45621	0,07%
		Número total de productos terminados	46495	46701	0,44%
		Nivel de Cumplimiento	98,05%	97,69%	-0,37%
CALIDAD	Tasa de productos defectuosos	Cantidad de productos defectuosos	1035,48	1163,24	12,34%
		Cantidad de productos fabricados	46495	46701	0,44%
		Tasa de productos defectuosos	2,23%	2,49%	11,84%
	Tasa de productos reprocesados	Cantidad de productos reprocesados	688,49	730,72	6,13%
		Cantidad de productos fabricados	46495	46701	0,44%
		Tasa de productos reprocesados	1,48%	1,56%	5,67%

Indicador de Eficacia del Ciclo del Producto: El indicador se aumento al año 2012, ya que el tiempo de proceso real es mayor al tiempo de proceso efectivo. Su comportamiento se encuentra entre 1.030 y 1.032, indicando que la velocidad para responder a las necesidades de los clientes es lenta.

Indicador de Cumplimiento de Pedido: Este indicador aunque no es muy elevado si es de cuidado para la empresa, ya que se está aumentando los productos que no son entregados en los tiempos acordados con el cliente, trayendo como consecuencia atrasos en el desarrollo de estos y por tanto

acumulación de productos, cabe resaltar que hay ocasiones en donde la empresa no entrega los productos en los tiempos acordados inicialmente, ya sea, por causas internas o externas, por lo que se llega a un acuerdo basado en plazos con los clientes para así poder entregar un producto de buena calidad, sin que el cliente se moleste o quede inconforme. El comportamiento actual del indicador es de 98,05% y 97,69%.

Tasa de Productos Defectuosos: El comportamiento de este indicador es muy bueno, ya que como se mencionó anteriormente la empresa se caracteriza por la alta calidad de sus productos entregados, por tanto la tasa de productos defectuosos es muy baja y en la mayoría de las ocasiones nula. Sin embargo, es necesario corregir la tendencia descendente que lleva actualmente, debido a algunos errores en el proceso, lo que viene generando los desperdicios. Su comportamiento se ubica entre los siguientes porcentajes entre 2,23% y 2,49%.

Porcentaje de Productos Reprocesados: El porcentaje de productos reprocesados, aunque no es alta, también tiene una tendencia ascendente a pesar de que la empresa posee grandes filtros de inspección con el fin de garantizar productos de excelente calidad, por lo que en su mayoría los proyectos son reprocesados por errores cometidos por el equipo de trabajo que participa en la elaboración del producto. Su comportamiento se ubica entre los siguientes porcentajes entre 1,48% y 1,56%.

Mediante el análisis de cada uno de los indicadores se puede observar como éstos afectan de manera directa el comportamiento que ha tenido la productividad total de la empresa durante este año, ya que los indicadores de tiempo y la mayoría de indicadores de calidad se encuentra en un bajo desempeño, afectando negativamente el funcionamiento de la organización. Lo que también incide en un aumento de los costos, especialmente cuando se presentan desperdicios de material.

8. PROPUESTA DE MEJORA

La propuesta de mejora que se plantea a continuación busca enfrentar los aspectos más críticos que están incidiendo en el desperdicio, que de acuerdo a los estudios realizados anteriormente son: el refile con un 82% y la falta de stock con un 5%.

Dado que la falta de stock para los formatos de mayor demanda es la principal causa del problema, ya que esto obliga a refilear, y es allí donde se presenta el mayor desperdicio, se va a concentrar la medida de mejora en este aspecto.

Como medidas de mejoramiento se plantean básicamente dos:

- Reforzar el conocimiento del operario en los controles que debe tener en cuenta en el proceso de embalaje en la planta 1.
- Estimar la demanda de empaques con base a un modelo de pronóstico estadístico apropiado, de tal manera que se planee mejor los pedidos de empaque, evitando la falta de inventario para reducir el refileado y por consiguiente el desperdicio.

8.1 MEDIDAS DE REFUERZO EN EL PROCESO DE EMBALAJE

En esta fase de operación se obtienen resmas envueltas y paletizadas. Esta envoltura se efectúa por medio de la interacción de tres subfases:

- Desapilado.
- Envoltura.
- Apilado.

Las variables de proceso controladas son las que determinan si la fase está haciendo lo que debe hacer.

Los principales "factores de cambio" en esta fase de operación, según el ingeniero encargado del proceso son:

- Cambios de gramaje.
- Ajustes de la platina centradora.
- Ajustes de la fotocelda de ascenso controlado.
- Presión del rodillo presor.
- Medidas del papel a envolver.
- Ajuste del piñón selector de medida.
- Ajustes en el módulo de control numérico.
- Cambios del rollo de envoltura.
- Ajustes del rodillo transversal.
- Ajuste del selector numérico contador de resmas.
- Ajustes al sistema de plegadores móviles.
- Cambios de plataforma en paletizador.
- Cambio de los rollos de etiquetas.
- Cambio en la información del mensaje en el marcador.

Teniendo en cuenta estos aspectos que debe tener en cuenta el operario para ejercer un buen control del proceso se recomendó desarrollar una labor de campo con los operarios, en donde permita su retroalimentación, la cual ofrece una oportunidad de demostrarles a ellos mismos lo que han aprendido y lo que son capaces de hacer para mejorar.

La retroalimentación se divide en tres partes:

- Retroalimentación Escrita.

- Trabajo de Planta.
- Ejercicio de Detección de Fallas.

Retroalimentación Escrita: Por escrito y sin ninguna referencia conteste las preguntas y Después de revisar sus respuestas discutir las, conteste las preguntas siguientes:

- ¿Cuál es el propósito de cada paso, cada operación parcial y de cada equipo principal?
- Enumere las partes que interactúan en la subfase de Desapilado.
- ¿Cuáles son las condiciones normales de operación el equipo.
- Para qué sirve el Carreto trinquete en la zona de envoltura.
- Localizar e identificar todos los interruptores y controles ubicados en el tablero de control principal.
- Ubique y liste cada una de las emergencias que se encuentran en el equipo.
- Realice un diagrama de flujo del proceso de envoltura y paletizado de resmas.
-
- ¿Cuál es la forma de conocer el programa de envoltura de la envolvente.
- Explique qué hacer en caso de que los plegadores móviles rompan la envoltura.
- Explique cómo se puede controlar el largo de la envoltura cuando comienza a salir corta.
- Explique la importancia de colocar el mensaje con el marcador inkjet.
- Explique cómo hacer para centrar el papel de envoltura.
- Explique el procedimiento que se debe hacer para subirse al mesanino del axis 1 para halar el papel de envoltura.

Trabajo de Planta: En la planta, con su instructor realizar:

- Localizar el equipo y trazar flujos.
- Localizar los controles. Explicar su función y operación.
- Demostrar cómo se obtienen las condiciones de operación.
- Demostrar de forma oral el Procedimiento de Operación (Parte 1 "Procedimientos" del manual del proceso).

Ejercicio de detención de fallas: Dada una condición anormal, determinar la causa de la anomalía usando la sección 3:400, "Detección de Fallas", como referencia de este proceso, de acuerdo al manual de la empresa

8.2 MEJORAMIENTO DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

Actualmente la estimación de la demanda en la planta 1 se realiza solo con proyecciones del departamento comercial que se dan con base a variables de índole externo del mercado. Por lo tanto, se sugiere modificar el tipo de pronóstico con base a información histórica de la empresa basados en modelos estadísticos, los cuales con su información cuantitativa interna se busca reducir el riesgo de mantener inventarios demasiado bajos o demasiado altos.

En este sentido se busca con una mejor estimación de la demanda, que se reduzca el riesgo de mantener faltantes en ciertos inventarios de empaque y de incurrir en refileados innecesarios donde se aumente los niveles de desperdicio.

8.2.1 Análisis de la Demanda. En primer lugar se estableció la naturaleza de la demanda de los productos en estudio, para así evaluar según sea el caso los posibles modelos. Por ser productos cuyas demandas son independientes y no se relacionan con la demanda de otros artículos, el elemento que se lleva a inventario es independiente de la demanda de cualquier otro elemento que se lleve también en dicho inventario.

Se evaluó primeramente el comportamiento de la demanda de los Folios para que en base a esta se determine cada dato según su naturaleza, patrón y distribución.

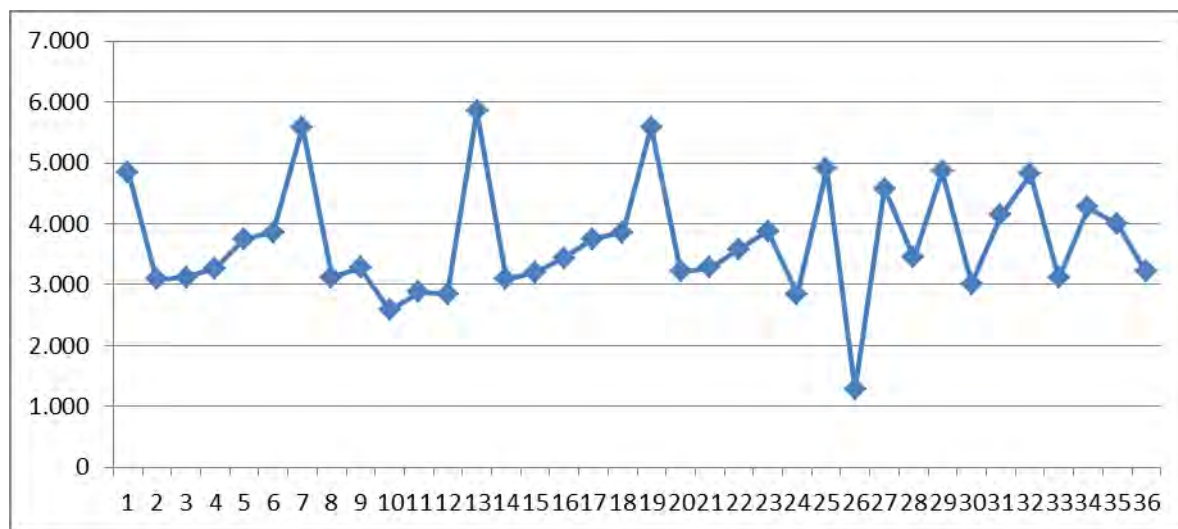
La evolución de la demanda de la empresa durante los últimos tres años (2010-2012) se puede observar a continuación en la figura 3, los cuales se elaboraron con la información suministrada por el área comercial de la empresa que se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 5. Ventas de la empresa (unidades)

Mes	2010	2011	2012
Enero	4.846	5.846	4.904
Febrero	3.092	3.092	1.273
Marzo	3.121	3.207	4.574
Abril	3.265	3.440	3.444
Mayo	3.754	3.756	4.854
Junio	3.858	3.858	3.012
Julio	5.581	5.582	4.144
Agosto	3.124	3.218	4.820
Septiembre	3.274	3.283	3.112
Octubre	2.586	3.587	4.271
Noviembre	2.877	3.877	3.993
Diciembre	2.841	2.843	3.220
Total	42.219	45.589	45.621

Su evolución se puede apreciar a continuación en la figura 3.

Gráfica 3. Evolución de la demanda de la empresa 2010-2012 (Unidades vendidas de Enero a Diciembre).



La demanda por lo que se puede decir tiene un comportamiento irregular, lo que no muestra cierta tendencia, sino que tiene altos y bajos. Sin embargo, para efectos de estimación se va a realizar el pronóstico de demanda para elegir el que menos riesgo represente para la empresa, a la hora de realizar sus pedidos de materiales, la cual se espera reducir el desperdicio del refile.

8.2.2 Selección del pronóstico de la demanda. Para efectos de seleccionar la demanda con la cual se va a establecer los pedidos, se compararon seis métodos reconocidos de pronóstico de demanda donde finalmente se escogió el más apropiado considerando mediciones estadísticas como señal de rastreo, sesgo, desviación media absoluta, error cuadrático medio y porcentaje de error.

En el cuadro 7 que se muestra a continuación se puede evidenciar los resultados obtenidos en los pronósticos analizados, cuyos cálculos aparecen de manera detallada en el anexo de este estudio.

Cuadro 6. Resultados de los Pronósticos de la Demanda

Tipo de Pronóstico	Señal de Rastreo	DMA	SESGO	ECM	EPMA
Promedio Simple	-1,960	791,94	-44,35	1.008.719,84	24,45%
Promedio Movil Simple n = 2	-0,316	945,87	-8,78	1.373.951,15	28,82%
Promedio Movil Simple n = 3	0,545	932,89	15,39	1.374.755,24	28,14%
Promedio Movil Simple n = 4	0,893	856,88	23,91	1.250.459,89	25,93%
Promedio Movil Simple n = 5	0,863	859,32	23,91	1.276.029,57	26,02%
Promedio Movil Simple n = 6	0,851	806,10	22,88	1.081.999,31	24,73%
Promedio Movil Simple n = 7	-1,526	784,08	-41,27	1.033.296,02	25,35%
Promedio Movil Simple n = 8	-0,300	808,60	-8,67	1.055.514,98	25,96%
Promedio Movil Simple n = 9	0,459	838,54	14,24	1.094.745,62	26,76%
Promedio Movil Simple n = 10	2,182	781,23	65,56	1.037.278,81	24,69%
Promedio Movil Simple n = 11	2,987	794,90	94,96	1.084.491,76	24,92%
Promedio Movil Simple n = 12	4,182	750,17	130,71	999.803,88	23,56%
Promedio Movil ponderado C1C2 (1) (0.10 - 0.90)	0,041	1.043,47	1,26	2.018.130,29	32,45%
Promedio Movil ponderado C1C2 (2) (0.20 - 0.80)	-0,042	1.005,90	-1,25	1.785.966,99	31,17%
Promedio Movil ponderado C1C2 (3) (0.30 - 0.70)	-0,131	972,83	-3,76	1.601.216,03	30,01%
Promedio Movil ponderado C1C2 (4) (0.40 - 0.60)	-0,224	953,68	-6,27	1.463.877,42	29,24%
Promedio Movil ponderado C1C2C3 (1) (0.10 - 0.20 - 0.70)	0,315	988,70	9,45	1.713.693,11	30,49%
Promedio Movil ponderado C1C2C3 (2) (0.10 - 0.30 - 0.60)	0,426	944,27	12,18	1.534.597,61	28,98%
Promedio Movil ponderado C1C2C3 (3) (0.10 - 0.40 - 0.50)	0,535	919,35	14,91	1.402.486,63	28,03%
Promedio Movil ponderado C1C2C3 (4) (0.20 - 0.30 - 0.50)	0,462	940,11	13,17	1.459.980,49	28,67%
Promedio Movil ponderado C1C2C3C4 (0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40)	0,726	906,45	20,58	1.356.290,76	27,59%
Regresión lineal r^2					99,78%
Suavizamiento exponencial simple 0,1	-11,563	919,11	-303,64	1.184.672,35	29,23%
Suavizamiento exponencial simple 0,2	-6,120	877,73	-153,49	1.174.782,69	27,34%
Suavizamiento exponencial simple 0,3	-4,214	876,54	-105,53	1.235.130,23	27,14%
Suavizamiento exponencial simple 0,4	-3,237	901,41	-83,38	1.319.638,44	27,80%
Suavizamiento exponencial simple 0,5	-2,675	925,25	-70,73	1.420.804,20	28,53%
Suavizamiento exponencial simple 0,6	-2,295	952,94	-62,48	1.539.362,38	29,42%
Suavizamiento exponencial simple 0,7	-2,012	985,76	-56,68	1.679.775,96	30,51%
Suavizamiento exponencial simple 0,8	-1,788	1.025,88	-52,40	1.849.286,48	31,86%
Suavizamiento exponencial simple 0,9	-1,615	1.064,06	-49,11	2.058.012,74	33,15%
Suavizamiento exponencial simple OPTIMO	-1,449	1.122,06	-46,46	2.319.957,66	35,06%
Suavizamiento exponencial doble (solver)	-5,489	951,15	-149,18	1.278.952,63	28,98%

En el cuadro 7 se evidencia como primera medida de exactitud de pronóstico la señal de rastreo que es una medición de cuán bien predice el pronóstico los valores reales. La señal de rastreo se calcula como la suma corriente de los errores de pronóstico (RSFE) dividida entre la desviación media absoluta.

$$\text{Señal de Rastreo} = \frac{\text{RSFE}}{\text{MAD}} = \frac{\text{Suma (Error de pronóstico)}}{\text{MAD}}$$

$$\text{MAD} = \frac{\text{Suma (Error de pronóstico)}}{n}$$

Las señales de rastreo positivas indican que la demanda es mayor que el pronóstico. Las señales negativas significan que la demanda es menor que el pronóstico. Una buena señal de rastreo, es decir, una con un valor bajo de RSFE, tiene aproximadamente el mismo error positivo que negativo. En otras palabras, las desviaciones pequeñas están bien, pero las desviaciones positivas y negativas deberían equilibrarse para que la señal de rastreo se concentre cerca de cero.

Al apreciar estos resultados en el cuadro 7 en los modelos de pronóstico analizados, se observa que la menor señal de rastreo, es decir, el más equilibrado, es el promedio móvil ponderado con N de 1 periodo (al 10%, y 90%), con un valor de 0,041, el cual está señalado de color verde en el cuadro.

Por otro lado se observa el indicador de Desviación Media Absoluta (DMA) que equivale a la división de la sumatoria del valor absoluto de las distancias existentes entre cada dato y su media aritmética y el número total de datos. Por lo que se calcula tomando como positivas todas las desviaciones, sumándolas y dividiendo entre n^{16} .

$$\text{MAD} = \frac{\text{Suma (Error de pronóstico)}}{N}$$

En los resultados arrojados por este indicador se muestra que la mejor alternativa es el promedio móvil simple con N igual a 12 meses, el cual arrojó un valor de 750,17 unidades.

¹⁶ ANDERSON. Op Cit., p. 526.

Adicionalmente se muestra el sesgo muestral que hace referencia a una tendencia sistemática inherente a un método de muestreo que da estimaciones de un parámetro que son, en promedio, menores (sesgo negativo), o mayores (sesgo positivo) que el parámetro real. Entre los resultados encontrados en el cuadro 7 se identifico que el de menor sesgo lo presentan los promedios móviles ponderados, entre los que se encuentran con N a 2 meses (al 20% y 80%) y el que tiene N a 3 meses (al 30% y 70%).

Igualmente para establecer la exactitud del pronóstico se empleo el Error Cuadrático Medio (ECM), que es el promedio de los cuadrados de las diferencias entre los valores pronosticados y observados¹⁷. Su fórmula es:

$$ECM = (\sum \text{Errores de pronostico}) / n$$

ECM está tomado con la media (o valor medio) de las mediciones: En esas expresiones MSE es lo que se llama un "estimador" es decir un parámetro obtenido para estimar una característica de las medidas tomadas.

Entre los resultados arrojados en la evaluación se tiene que el de menor error es el de promedio móvil simple con N a 12 meses con un valor de 999.803,88.

Finalmente se estableció el Error Porcentual absoluto Medio (EPMA) que es el promedio de las diferencias absolutas entre los valores pronosticados y los reales, expresado como los porcentajes de los valores reales¹⁸.

$$MAPE = \frac{100 \sum (\text{Real} - \text{Pronostico}) / \text{real}}{N}$$

En sus resultados se identifico que el de menor error es nuevamente el promedio móvil simple a 12 meses con un porcentaje de error de 23,56%.

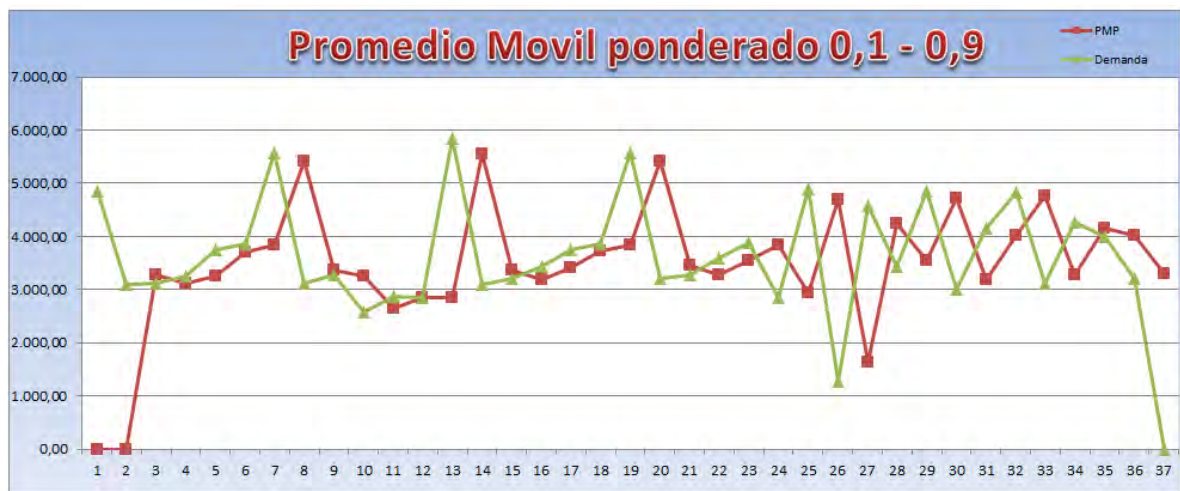
Al analizar todos los modelos de pronóstico evaluados se encontró que los más apropiados para establecer la demanda de la empresa es el promedio móvil ponderado con N de 1 periodo (al 10%, y 90%), por lo tanto para su selección se

¹⁷ ANDERSON, Op cit., p 528.

¹⁸ ANDERSON, Op cit., p. 529.

va a tomar en cuenta la señal de rastreo, ya que en su cálculo se toma en cuenta 2 de los anteriores criterios de evaluación, tales como la EPMA y la DMA, los cuales van a precisar cuál de estos métodos son los más equilibrados., es decir, los de menor distancia entre la demanda real y la demanda pronosticada. En este sentido se encontró que este método es el de menor señal de rastreo (0,041) y por lo tanto, este pronóstico de la demanda es el que se recomienda emplear para el cálculo de los pedidos de materiales, la cual muestra su evolución en la figura 4.

Gráfica 4. Demanda vs. Pronóstico (PMP)



En la figura 4 se observa la evolución de la demanda pronosticada (Línea Roja) y el comportamiento de la demanda actual (Línea Verde) durante los treinta y seis periodos (meses) de análisis.

El pronóstico evidencia que el patrón de la demanda de la empresa sigue siendo irregular, es decir que no muestra cierta tendencia, sino que tiene altos y bajos irregulares y bruscos, aspecto que debe tenerse en cuenta a la hora de elegir el sistema de control y programación de pedidos basado en este tipo de pronóstico que al tener una menor diferencia frente al real va a producir menores desperdicios.

9. IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN

Para la implementación de la propuesta se realizó primero un Plan de sensibilización y de capacitación entre todos los involucrados en el proceso de embalaje de la planta 1.

9.1 CAPACITACIÓN

La capacitación se llevó a cabo con los operarios de embalaje de la planta 1, al igual que con el departamento de gestión de inventarios para realizar revisiones continuas de los inventarios, evaluación del nivel de desempeño de la empresa, monitoreo de las órdenes de producción y tiempos de entrega. Así como el cambio de los puntos de reorden del programa informático que maneja la compañía, conforme al modelo de pronóstico recomendado.

9.2 SENSIBILIZACIÓN

La sensibilización involucra a los niveles claves de este proceso que va desde la gerencia comercial hasta la gerencia logística.

Por tal motivo se les presento la idea a sus respectivos encargados para que se hiciera un plan piloto durante un mes, y de esta manera comprobar los posibles beneficios de la propuesta.

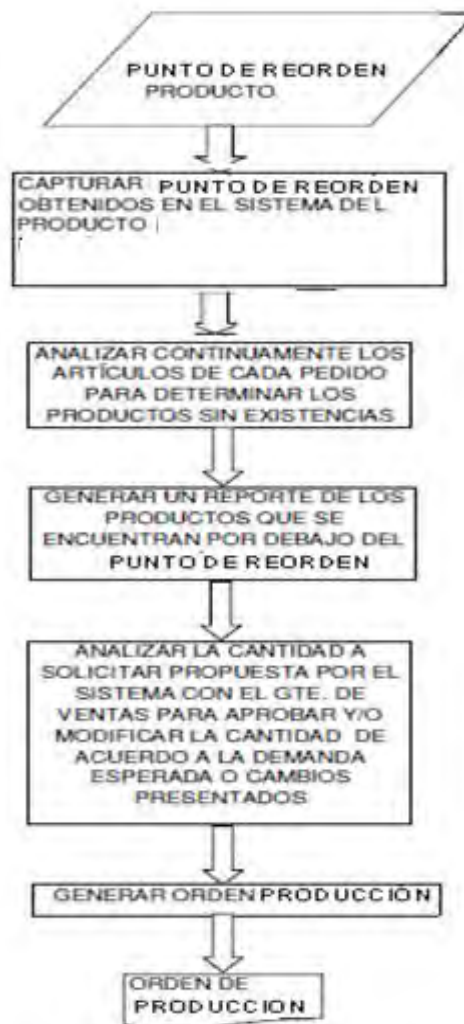
9.3 ALIMENTACIÓN DE LOS DATOS EN EL SISTEMA

Los pasos para implementar el Sistema de Gestión del Inventario se dividen en los siguientes pasos:

- Capturar el punto de reorden del producto con el nuevo modelo de pronóstico.
- Elaboración de órdenes de producción del producto.
- Analizar la cantidad propuesta por el sistema de acuerdo a los cambios de la demanda y realizar la orden de producción.

A continuación se detallan cada uno de estos pasos, y en la figura 5 se presenta un diagrama de flujo de los pasos a seguir.

Figura 4. Diagrama de flujo para la implementación del modelo de pronóstico



La empresa, empieza su sistema con el ingreso de la orden de compra por parte del cliente donde el departamento de ventas es el encargado de darle seguimiento e ingresarlo al sistema. Posteriormente, se turna el documento al área de inventarios para analizar cada uno de los pedidos que entren y determinar cuáles se encuentran por debajo del Punto de Reorden y generar la orden de producción, esto con la autorización del gerente de ventas que conoce las variaciones de la

demanda. Esto permite que en el transcurso del tiempo de entrega de 30 días las órdenes entrantes se cubran con un solo pedido.

Posteriormente las partidas con existencias se facturan y cuando se recibe el producto terminado por parte del área de producción se factura el faltante y se entrega al cliente.

Para realizar esta implementación en la prueba piloto se tuvo en cuenta el siguiente cronograma de actividades, aclarando que la alimentación del punto de reorden se hace en el sistema informático que ya tiene la empresa.

Cuadro 7. Cronograma de Actividades de la prueba piloto.

	JULIO												AGOSTO																							
Semana	Semana 1						Semana 2						Semana 3					Semana 4					Semana 5					Semana 6								
Actividades	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28
Presentación de propuesta con Gerencia Comercial y de logística																																				
Aprobación de Propuesta																																				
Sensibilización con el personal encargado en el área comercial, logística y operativa.																																				
Elaboración de papelería pedagógica																																				
Capacitación del personal encargado																																				
Parametrización del sistema de inventarios de acuerdo a al modelo de pronóstico																																				
Ejecución de ordenes																																				
Revisiones del proceso																																				
Evaluación de prueba piloto																																				

9.4 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Después de realizar el proceso de monitoreo, anteriormente descrito, durante 4 semanas (tiempo en que se arranca con las ordenes) y realizar las órdenes con base en los valores sugeridos por el Sistema de pronóstico recomendado y la capacitación realizada, se analizaron nuevamente el nivel de desperdicios, los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 9, comparándolos con los resultados del mes de agostos del año anterior, con el propósito de establecer un punto de comparación equivalente.

Cuadro 8. Resultado del Nivel de desperdicio del modelo piloto

Suma de Cantidad KL perdida	Agosto	Agosto	Variación
Causa	2012	2013	%
Refile	30	22	-26,67%
falta de stock	6	4	-33,33%
Golpe	5	5	0,00%
cambio de rollo envoltura	2	0	-100,00%
se tiene que refilar para que la envoltura quede perfecta	1	0	-100,00%
no hay anchos para trabajar en calibres bajos 60*90	0	1	100,00%
mal centrado	1	0	-100,00%
problemas en el dispensador	0	0	0,00%
normal	1	0	-100,00%
sale el papel con arrugas antes de empezar	0	0	0,00%
afloja argolla lado freno	0	0	0,00%
enebrado	0	0	0,00%
mal envuelto	0	0	0,00%
se quita envoltura	0	0	0,00%
problemas en el enebrado	1	0	-100,00%
daño envoltura en prensa	0	1	100,00%
picaduras de reviente la hoja	0	0	0,00%
proceso de corte hojas	0	0	0,00%
Total general	47	33	-29,79%
Demanda Total	4.820	4.926	2,20%
Participación de Kilos perdidos sobre demanda	0,98%	0,67%	

De acuerdo a los resultados obtenidos en el modelo piloto se observa en el cuadro 9, como a pesar de que la demanda de agosto de 2013 se aumento ligeramente en un 2,2% frente a agosto de 2012, se evidencia una reducción del 29,79% en el total de desperdicios generados en ese mes.

Esto se debió especialmente a los positivos resultados obtenidos en el refile y el stock, el cual se pudo reducir en un 26,67% y un 33,33% respectivamente.

Aunque estos son resultados parciales y se debe tener mayor tiempo para determinar la efectividad de la propuesta, estos cifras por ahora son una muestra de que las mejoras recomendadas de alguna manera influyeron en estos buenos resultados, porque por un lado se volvió a retroalimentar al empleado acerca de los controles que debe tener en todos los procesos y por otro lado se pudo

determinar que con el modelo de pronóstico las pérdidas por falta de stock fueron menores, al igual que el refile.

Por lo tanto, si se toma estas cifras como referente para todo el año, se puede decir que la empresa podría obtener un ahorro por desperdicios de \$17.811.194*, sin contar con las posibles reducciones adicionales que se esperan en el transcurso del tiempo.

* Valor de desperdicios año anterior (923) menos porcentaje de reducción (29,79%) multiplicado por costo unitarios (\$64.777).

10. CONCLUSIONES

Después de haber analizado la problemática y las soluciones recomendadas a la empresa, acerca de su gestión de sus desperdicios en el embalaje de la planta 1, se describieron las siguientes conclusiones:

En el diagnóstico se pudo establecer que la empresa tiene una serie de controles y acciones correctivas y preventivas con procesos bien definidos, sin embargo, su proceso productivo se ha visto entorpecido por su desperdicio en el material de empaque de los folios, debido principalmente al refileado y a la falta de stock, causas que en su conjunto suman alrededor de los 87% de los desperdicios.

En el análisis de indicadores de productividad se pudo constatar cómo este viene decayendo del año 2011 al 2012, especialmente por la pérdida de eficiencia en los costos de materia prima, lo que de alguna manera explica que los costos por desperdicios han tenido un efecto directo en este aspecto.

Mediante el análisis de cada uno de los indicadores de eficacia, eficiencia y calidad se puede observar como éstos afectan de manera directa el comportamiento que ha tenido la productividad total de la empresa durante este año, ya que los indicadores de tiempo y la mayoría de indicadores de calidad se encuentra en un bajo desempeño, afectando negativamente el funcionamiento de la organización. Lo que también incide en un aumento de los costos, especialmente cuando se presentan desperdicios de material.

En vista de las deficiencias de la empresa en cuanto a su productividad y las principales que causan sus desperdicios (el refile y la falta de stock), se decidió enfocar la propuesta de mejora en dos aspectos: el primero relacionado con la retroalimentación a los operarios en cuanto a los procesos de control en el área y lo segundo, mediante la implementación de un modelo de pronóstico que permita estimar mejor la demanda y de esta manera recomponer la solicitud de pedidos de materiales de empaque, de tal manera que se mejore el stock de inventario y se reduzca el desperdicio por refileado.

En la propuesta de retroalimentación se recomendó realizarla en tres etapas que consistió en desarrollar un cuestionario básico con el empleado, efectuar un trabajo en planta y hacer ejercicios de detección de fallas, de tal forma que con estas actividades los operarios nuevamente recuerden ciertos pasos del proceso de control.

En la segunda propuesta de mejora se pudo establecer que el patrón de la demanda del producto es irregular, donde no tiene un comportamiento en particular, por lo que se procedió a establecer el modelo de pronóstico más adecuado con apoyo de la estadística, donde se determinó que el promedio móvil ponderado N=12 (al 10% y 90%) era el que menor margen de error representaba y por ende el que mejor se ajusta para la planeación de inventarios.

En el proceso de implementación se busco el apoyo de la gerencia comercial y logística con el objeto de realizar el plan piloto de la propuesta y así comprobar las bondades de la misma.

Para la implementación se procedió con la capacitación del personal que interviene en los procesos, como es el caso de los operarios de máquina y el personal que programa informáticamente los inventarios.

El plan piloto se permitió desarrollar en el lapso de un mes, específicamente en agosto de 2013 que comparativamente frente al mismo mes del año anterior reporto significativos resultados para la empresa, donde se logró reducciones por desperdicio de un 29,79%.

Tomando de referencia las cifras logradas en la prueba para todo el año, se puede decir que la empresa podría obtener un ahorro por desperdicios de \$17.811.194 , sin contar con las posibles reducciones adicionales que se puedan obtener con el tiempo.

11. RECOMENDACIONES

Es importante que las directivas de la empresa incorporen las mejoras propuestas de manera rápida, para que se prevenga dificultades, tales como la generación de cuellos de botella, el aumento de desperdicios, y pérdida de competitividad.

Se recomienda al área de inventarios de la empresa implementar el proyecto y retroalimentar los pronósticos de la demanda, pues a nivel empresarial surgen cambios que se deben tener en cuenta por su relevancia.

La implementación del proyecto le va a generar unos beneficios significativos a la empresa, pues la utilidad económica que se espera obtener va a impactar de manera importante en su flujo de caja operativo, al igual que en la fortaleza competitiva del producto en el mercado, por eso es importante que la implementación se desarrolle lo más rápido posible.

En futuros estudios de este tipo que se realicen de manera práctica, se les recomienda a los estudiantes identificar claramente el problema para que se pueda utilizar un marco teórico que facilite la solución del problema identificado.

BIBLIOGRAFÍA

ADAM, Everett E., Jr. y RONALD J. Ebert. Administración de la producción y las operaciones: Conceptos, modelos y funcionamiento. 4ª Edición. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., 1991.

ANGEL A., Juan; GARCÍA MARTÍN, Rafael. Gestión de stock: modelos deterministas [En línea]. España: Secretaria de Estado de Educación y Universidades MEC. [Consultado el 2 de Febrero de 2012]. Disponible en internet: <http://www.investigacion-operaciones.com/material%20didactico/Modelo%20Inventarios%201.pdf>

ARBONES MALISANI, Eduardo A.; ARBONES, Eduardo A. Optimización industrial (ii): programación de recursos. Primera edición. España: Marcombo Boixareu, 1989. 115 p.

BALLOU, Ronald H., Logística: Administración de la Cadena de Suministro. 5ª edición, México: Prentice Hall - Pearson Educación, 2004. 17 p.

BUFFA, Elwood S. Administración y dirección técnica de la producción. Cuarta edición. México: Limusa, 1977.

BRAVO Mónica y ORELLANA, Gabriela. Control de inventarios [En línea]. Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana. [Consultado el 14 de Marzo de 2012]. Disponible en internet: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/535/5/CAPITULO%20III.pdf>

CHASE, Richard B., NICHOLAS J. Aquilano y F. Robert Jacobs, Administración de Producción y Operaciones: Manufacturas y Servicios. 8ª Edición. Bogotá: McGraw–Hill Interamericana, S.A., 2000, 860 p.

GAITHER, Norman y FRAZIER, Greg. Administración de producción de operaciones. 8ª ed. México: Thomson Learning, 2000. 58 p.

FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Antonio; MUÑOZ RODRÍGUEZ, María del Carmen. Contabilidad de gestión y excelencia empresarial. España: Ariel S. A, 1997.

MONTGOMERY, Douglas C., LYNWOOD A. Johnson y GARDNINER, John S. Pronóstico y análisis de series de tiempo. 2a ed. México: McGraw Hill, 1990.

MOYA NAVARRO, Marcos Javier. Investigación de operaciones. Costa Rica: EUNED, 1999.

NARASIMHAN, Seetharama L., DENNIS W. McLeavey y BILLINGTON, Peter J. Planeación de la producción y control de inventarios, 2ª Edición, México: Prentice–Hall Hispanoamericana, 1996.

NOORI, Hamid y RADFOR, Russell. Administración de producción y operaciones: Calidad total y respuesta sensible rápida. Santafé de Bogotá: McGraw Hill, 1997.

SCHROEDER, Roger G. Administración de Operaciones. 3ª Edición. México: McGraw–Hill, 1992.

SILVER, Edward A. y REIN Peterson. Sistemas de decisión para la gestión de inventario y planificación de la producción. 2ª Edición, John Wiley & Sons, New York, 1985.

TAHA, Hamdy A., Investigación de Operaciones: Una Introducción, 6ª ed. México: Prentice Hall, 1998.

VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio. Fundamentos de gestión de inventarios. Cali: Universidad del Valle, 4ª ed. 2006.

VIDAL, Carlos; LONDOÑO, J; CONTRERAS, F. Aplicación de modelos de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y puntos de venta [En línea]. En: Revista Ingeniería y Competitividad. Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Septiembre de 2004. Vol. 6, No. 1. 18 p. [consultado 04 de marzo de 2015]. Disponible en Internet: <http://revistaingenieria.univalle.edu.co:8000/index.php/incompe/article/view/80/79>

ANEXOS

Anexo A. Promedio móvil ponderado

Promedio Móvil Ponderado

Numero datos 36

REGRESAR

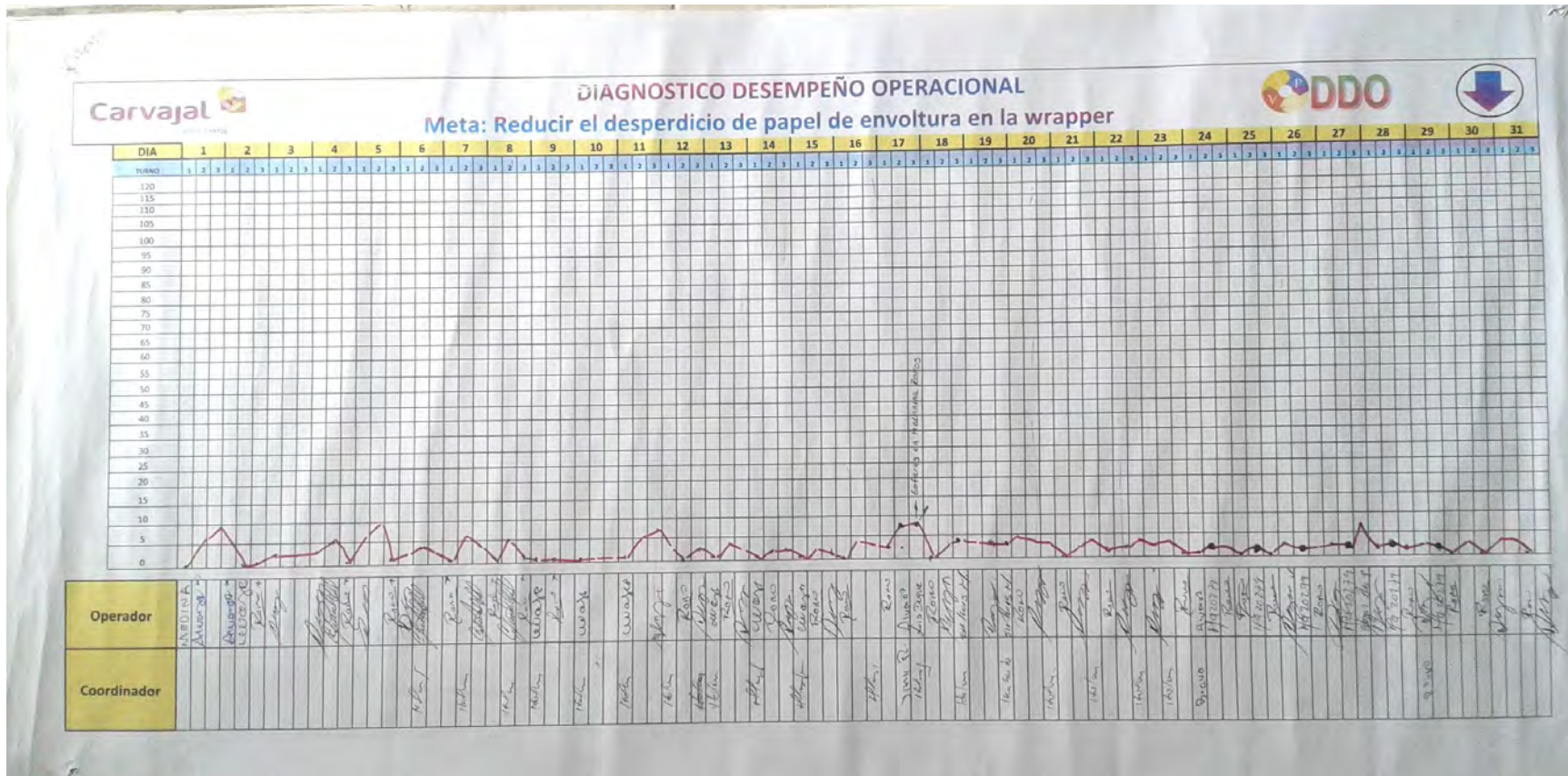
C1 =	0,10	C2 =	0,90
------	------	------	------

Nº	Demanda	PMP	DMA	Sesgo	ECM	EPMA
1	4.846					
2	3.092					
3	3.121	3.267,40	146,40	-146,40	21.432,96	4,69%
4	3.265	3.118,10	146,90	146,90	21.579,61	4,50%
5	3.754	3.250,60	503,40	503,40	253.411,56	13,41%
6	3.858	3.705,10	152,90	152,90	23.378,41	3,96%
7	5.581	3.847,60	1.733,40	1.733,40	3.004.675,56	31,06%
8	3.124	5.408,70	2.284,70	-2.284,70	5.219.854,09	73,13%
9	3.274	3.369,70	95,70	-95,70	9.158,49	2,92%
10	2.586	3.259,00	673,00	-673,00	452.929,00	26,02%
11	2.877	2.654,80	222,20	222,20	49.372,84	7,72%
12	2.841	2.847,90	6,90	-6,90	47,61	0,24%
13	5.846	2.844,60	3.001,40	3.001,40	9.008.401,96	51,34%
14	3.092	5.545,50	2.453,50	-2.453,50	6.019.662,25	79,35%
15	3.207	3.367,40	160,40	-160,40	25.728,16	5,00%
16	3.440	3.195,50	244,50	244,50	59.780,25	7,11%
17	3.756	3.416,70	339,30	339,30	115.124,49	9,03%
18	3.858	3.724,40	133,60	133,60	17.848,96	3,46%
19	5.582	3.847,80	1.734,20	1.734,20	3.007.449,64	31,07%
20	3.218	5.409,60	2.191,60	-2.191,60	4.803.110,56	68,10%
21	3.283	3.454,40	171,40	-171,40	29.377,96	5,22%
22	3.587	3.276,50	310,50	310,50	96.410,25	8,66%
23	3.877	3.556,60	320,40	320,40	102.656,16	8,26%
24	2.843	3.848,00	1.005,00	-1.005,00	1.010.025,00	35,35%
25	4.904	2.946,40	1.957,60	1.957,60	3.832.197,76	39,92%
26	1.273	4.697,90	3.424,90	-3.424,90	11.729.940,01	269,04%
27	4.574	1.636,10	2.937,90	2.937,90	8.631.256,41	64,23%
28	3.444	4.243,90	799,90	-799,90	639.840,01	23,23%
29	4.854	3.557,00	1.297,00	1.297,00	1.682.209,00	26,72%
30	3.012	4.713,00	1.701,00	-1.701,00	2.893.401,00	56,47%
31	4.144	3.196,20	947,80	947,80	898.324,84	22,87%
32	4.820	4.030,80	789,20	789,20	622.836,64	16,37%
33	3.112	4.752,40	1.640,40	-1.640,40	2.690.912,16	52,71%
34	4.271	3.282,80	988,20	988,20	976.539,24	23,14%
35	3.993	4.155,10	162,10	-162,10	26.276,41	4,06%
36	3.220	4.020,80	800,80	-800,80	641.280,64	24,87%
37		3.297,30				
Totales			35.478,10	42,70	68.616.429,89	1103,26%
Promedio			1.043,47	1,26	2.018.130,29	32,45%

Señal de rastreo

0,041

Anexo B. Diagnostico desempeño operacional



15 miles N. 117° S. 166 m 4 cm

